This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

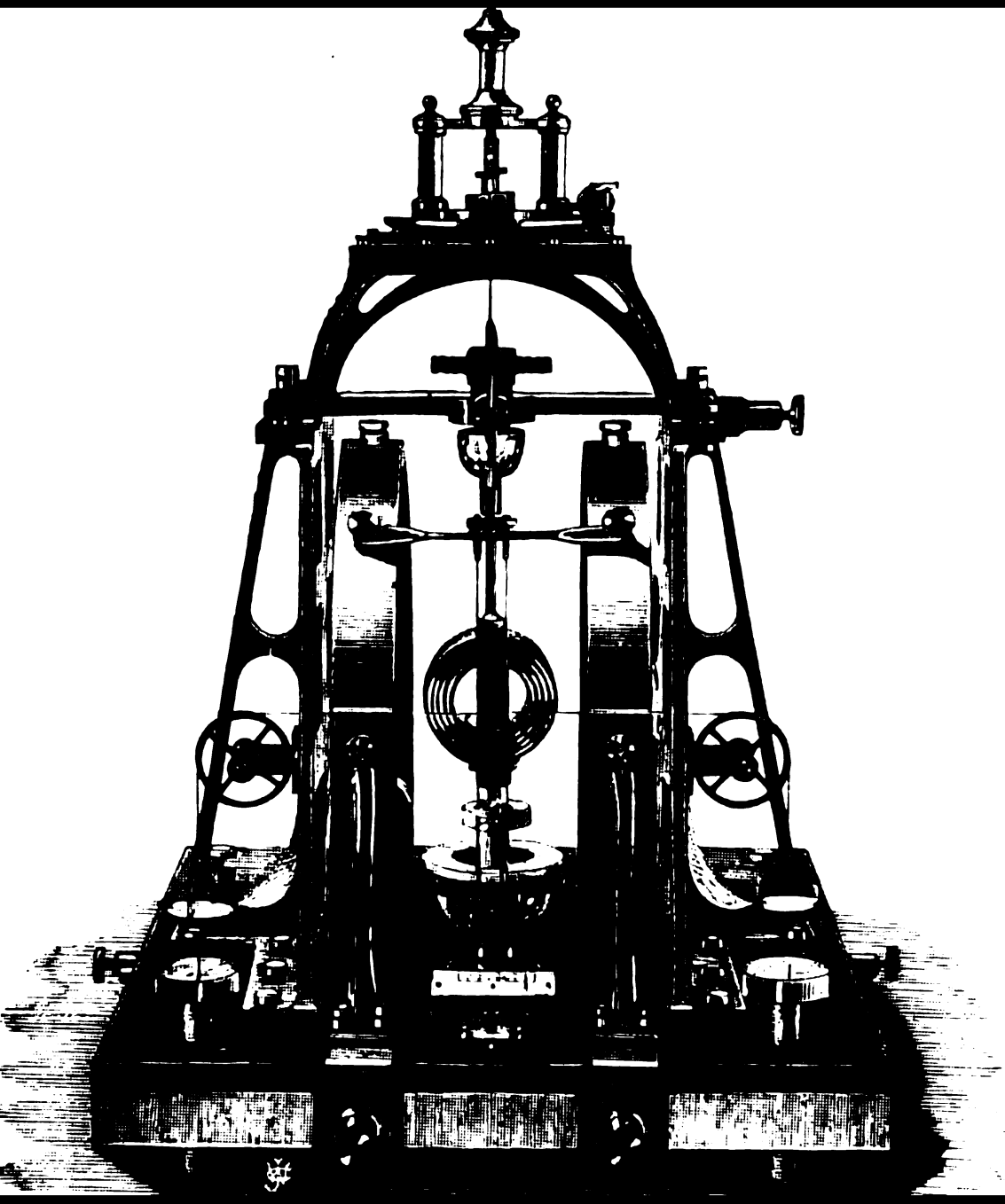
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

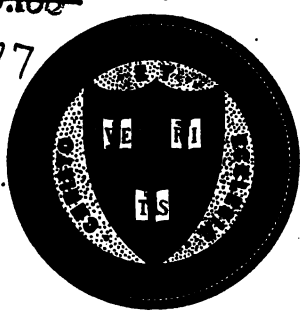
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



L'Electricien

Digitized by Google

Transferred to the
Engineering Library.
~~Sci 1280.102~~
KF2077



Harvard College Library

BOUGHT WITH INCOME

FROM THE BEQUEST OF

HENRY LILLIE PIERCE

OF BOSTON

Under a vote of the President and Fellows
October 24, 1898

Jan. 25, 1902.

TRANSFERRED

TO

HARVARD COLLEGE

LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

L'ÉLECTRICIEN

REVUE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

Digitized by Google

4560. — PARIS, IMPRIMERIE A. LAHURE
9, Rue de Fleurus, 9

Digitized by Google

L'ÉLECTRICIEN

REVUE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

Paraissant le 1er et le 15 de chaque mois

COMITÉ DE RÉDACTION

MM. E. MERCADIER, C. M. GARIEL,
A. NIAUDET, Dr DE CYON, GASTON TISSANDIER

SECRÉTAIRE DE LA RÉDACTION

E. HOSPITALIER
Ingénieur des Arts et Manufactures

TOME PREMIER

DU 15 AVRIL AU 1er OCTOBRE 1881

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, EN FACE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1881

Digitized by Google

JAN 20 1917
TRANSFERRED TO
COLLEGE LIBRARY

Digitized by Google

Tome I. 15 avril 1881 N° 1.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

AU LECTEUR

Depuis quelques années, les progrès accomplis par la science électrique sont si importants, et les applications qui en résultent, si nombreuses, qu'il devient difficile de les étudier et de les suivre ; à peine une invention nouvelle est-elle apparue, qu'une autre découverte se signale, et la remplace dans l'esprit des physiciens et du public.

La Revue que nous fondons a pour but d'exposer tous les faits qui se succèdent dans le domaine de l'électricité, et d'en retracer l'histoire complète. Elle paraît à un moment opportun, l'année même où vont s'ouvrir, à Paris, le Congrès international des électriciens et l'Exposition internationale d'électricité qui lui fourniront d'innombrables matériaux.

L'Électricien sera tout à la fois l'organe de la science pure et de la science appliquée. Il discutera les travaux de recherches, exécutés en France ou à l'étranger, et fera connaître toutes les applications nouvelles; il recueillera les renseignements pratiques les plus complets et les informations les plus précises; il analysera les revues étrangères et compulsera les brevets d'in-

Digitized by Google

vention, de telle sorte que rien de ce qui se rattache à l'électricité n'échappera à ses lecteurs.

Mais *l'Électricien* a, en outre, des prétentions d'un autre ordre. Il veut, avant toutes choses, avoir un caractère spécial de science élevée ; il publiera des travaux originaux qui seront l'œuvre de ses collaborateurs, et s'efforcera de contribuer par lui-même, aux développements de la science dont il a pris pour mission d'enregistrer les progrès.

Le Comité de Rédaction.

Paris, avril 1881.

Digitized by Google

SUR LA RADIOPHONIE

PRODUITE A L'AIDE DU SÉLÉNIUM

En proposant de substituer le mot de *radiophonie* à celui de *photophonie* appliqué par MM. G. Bell et Tainter aux phénomènes qu'ils ont découverts récemment, j'ai eu pour but de donner à ce phénomène une dénomination générale plus exacte.

C'est qu'en effet parmi les faits découverts par MM. Bell et Tainter les uns sont dus à ce qu'on appelle les propriétés *thermiques* ou *calorifiques* des radiations d'une source lumineuse ou non ; les autres paraissent dus à la même cause qui, dans ces radiations, produit sur l'œil les effets dits *lumineux* ; et rien ne dit qu'on ne trouvera pas prochainement des faits du même genre dus à la cause qui, dans les mêmes radiations, produit les effets dits *chimiques*.

Il paraîtrait donc convenable de désigner les phénomènes généraux par le mot général de *radiophonie*, en réservant des noms plus spéciaux aux diverses catégories qu'on peut former parmi eux. Une première catégorie peut renfermer les effets produits par les radiations intermittentes tombant sur un corps quelconque renfermant une masse gazeuse et transparent pour la chaleur rayonnante. On peut leur donner le nom d'effets *thermophoniques*, car il résulte des recherches que j'ai publiées les 6 et 13 décembre 1880 dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (t. XCI p. 929 et 982)[1], et de celles de M. Tyndall (*Proceedings Royal Society*, 3 janvier 1881) que les effets sonores ainsi produits résultent de la vibration des gaz ou des vapeurs et non des liquides ou des solides, sous l'action des rayons qui, dans une radiation complexe, possèdent au plus haut degré les propriétés *thermiques*. J'ai pu même affirmer que, dans le spectre d'une source radiante, le maximum d'intensité de ces effets, qui commencent à devenir sensibles dans l'orangé, se trouve dans l'infra-

[1] Ces recherches ont été réunies dans deux mémoires insérés au *Journal de physique* (février et avril 1881), M. W. H. Preece a retrouvé quelques-uns des résultats que j'avais obtenus et notament l'influence sur l'intensité des phénomènes d'une substance absorbant la chaleur rayonnante telle que le noir de fumée (Mémoire lu devant la Société royale de Londres le 10 mars 1881).

Digitized by Google

rouge. J'ai de plus donné une explication du mécanisme de la transformation remarquable d'énergie radiante en énergie sonore réalisée dans ces expériences (*Comptes rendus* de février 1881, t. XCII, p. 409 et 450)[1] en montrant que les effets produits étaient soumis à des lois analogues à celles qui régissent les vibrations des gaz dans les tuyaux sonores.

Une seconde catégorie de phénomènes radiophoniques auxquels on pourrait alors appliquer avec justesse le nom de *photophoniques*, comprendrait ceux où les vibrations sonores résulteraient principalement de l'action des rayons, qui, possédant plus spécialement la propriété d'affecter le sens de la vue, sont, pour ce motif, appelés rayons *lumineux* et forment la partie visible du spectre d'une source de radiations.

Le but du présent travail est de montrer nettement que les effets sonores résultant de l'action d'une source radiante intermittente sur les appareils à sélénium identiques ou analogues à ceux imaginés par MM. G. Bell et Tainter, appartiennent à cette catégorie.

On sait que la sensibilité du sélénium aux radiations, découverte en 1873 par MM. W. Smith et Day, a été attribuée par certains observateurs comme M. Sale aux rayons calorifiques; par d'autres, comme M. Adams et lord Rosse, aux rayons lumineux proprement dits; par d'autres enfin, comme M. Werner Siemens, aux deux espèces de rayons suivant les variétés du sélénium.

MM. Bell et Tainter, en découvrant une méthode différente de celle de leurs devanciers pour mettre en évidence l'action des radiations sur le sélénium, ont affirmé que cette action était due aux rayons lumineux et non calorifiques, conformément aux conclusions de M. Adams et lord Rosse en particulier.

Mais ils ne l'ont démontré (au moins à ma connaissance) qu'en faisant voir qu'une cuve d'alun placée sur le trajet des radiations n'altérait pas sensiblement l'intensité des sons produits dans le téléphone récepteur[1], tandis qu'une cuve d'iode dissous dans le sulfure de carbone les éteignait ou du moins les affaiblissait considérablement bien que la dissolution laissât passer les rayons calorifiques.

[1] Voir la description des expériences de M. Bell dans la *Revue scientifique* (octobre 1880) et le *Journal de physique*, t. IX, p. 369 (1880).

Digitized by Google

Ces preuves ne sont pas complètement satisfaisantes; elles ne paraissent pas suffisantes pour entraîner une entière conviction sur la cause du phénomène; et, en effet, la question est restée controversée.

C'est pourquoi j'ai cru devoir en reprendre l'étude, en vue d'applications possibles, en suivant une marche analogue à celle que j'avais suivie dans mes recherches sur le phénomène radiophonique général.

I. — Influence de la source sur les sons produits.

J'ai pris d'abord comme récepteur l'un de ceux que construit M. Bréguet conformément aux indications de M. G. Bell. Il était plat, d'environ 25 centimètres carrés de surface visible, et formait en somme une sorte de condensateur à lames rectangulaires de laiton et mica, sélénié sur la tranche. Il fut d'abord placé dans le circuit d'une pile de 5 ou 6 éléments Leclanché et d'un téléphone; après divers essais j'adoptai un téléphone ordinaire de Gower d'environ 235 ohms de résistance.

Pour produire les intermittences des radiations j'employais la roue en verre recouverte de papier noir à 4 séries d'ouvertures susceptibles de donner l'accord parfait majeur, que j'ai décrite notamment dans le *Journal de Physique*, t. X, p. 56 et les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XCI, p. 929 (1880). Elle est représentée en R dans la figure 1 ci-contre, ainsi que le faisceau radiant S concentré à l'aide d'une lentille sphérique ou cylindrique suivant qu'on veut obtenir un seul son ou un accord, la pile P, le récepteur C et le téléphone T. Celui-ci résonne dès que la roue tourne suffisamment vite.

En étudiant d'abord l'influence de la source sur les sons produits, j'ai constaté sans aucune difficulté qu'on obtenait des accords sonores identiques à ceux qu'on obtient avec les récepteurs à air que j'ai étudiés précédemment, mais d'intensité plus faible toutes choses égales d'ailleurs.

On obtient ainsi des sons avec les radiations du soleil, de lampes électrique et oxhydrique, d'un bec de gaz, d'une bougie, ainsi que cela a été déjà constaté notamment par M. A. Bréguet, et même avec la lumière diffuse. Toutefois avec des sources fai-

Digitized by Google

bles, il faut rapprocher la source autant que possible de la roue interruptrice en limitant le faisceau lumineux à l'aide d'une fente étroite F pour éviter les effets d'interférences sur le récepteur,

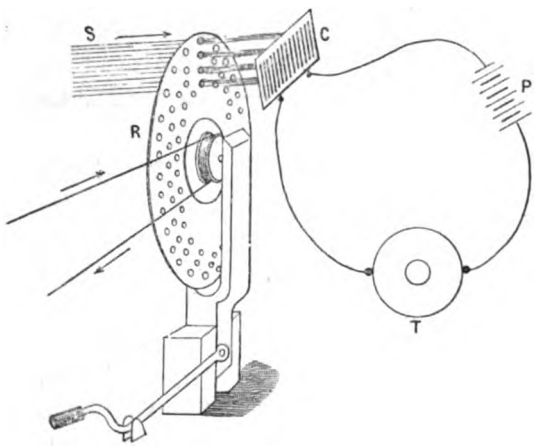


Fig. 1.

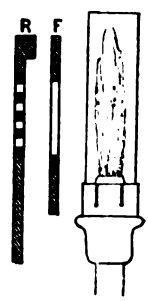


Fig. 2.

ainsi que l'indique la figure 2. L'emploi de ce dispositif simple augmente notablement l'intensité des sons produits. Cette intensité croît naturellement avec les largeurs du faisceau radiant et de la surface éclairée du récepteur; mais, même avec une source faible, comme un bec de gaz par exemple, un faisceau de 3 ou 4 millimètres de largeur reçu sur une bande du récepteur d'égale largeur suffit pour qu'on puisse entendre et étudier le phénomène.

Ceci démontre bien que ces effets sont beaucoup plus intenses qu'on pourrait le croire au premier abord, et cette remarque m'a conduit précisément à une méthode simple et très nette pour rechercher l'origine des sons produits.

II. — LA CAUSE DU PHÉNOMÈNE.

Puisqu'un faisceau d'une source faible, limité encore dans sa largeur, ainsi que le récepteur, comme on vient de l'indiquer, suffisait pour produire des sons, j'ai pensé qu'on pourrait préciser la cause du phénomène, comme je l'avais déjà fait pour les récepteurs à air étudiés précédemment, en produisant le spectre de la source radiante et faisant tomber sur le récepteur en sélénium successivement les groupes de rayons dispersés.

Digitized by Google

J'ai employé la disposition décrite dans les *Comptes rendus* (t. XCI, p. 982) et représentée par la figure 3.

S est une source de radiations intenses telle qu'une lampe électrique à régulateur de M. Duboscq animée par 40 ou 50 éléments Bunsen. Le système de lentilles L rend le faisceau radiant parallèle. Ce faisceau est reçu sur une fente L de 3 à 4 millimètres de largeur. Une lentille L′ reçoit les radiations de manière à donner une image nette de la fente sur un écran placé à la distance où se trouvera la roue interruptrice.

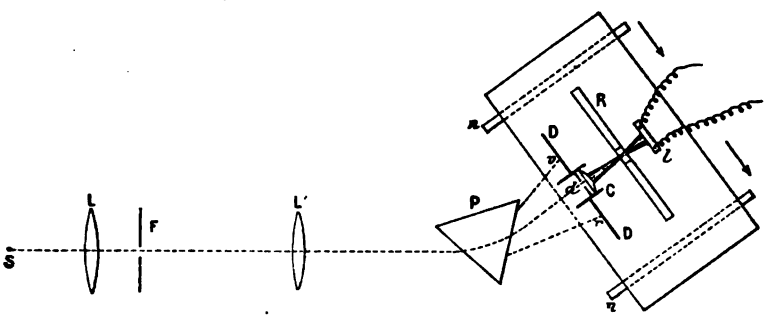


Fig. 3.

En sortant de la lentille, les rayons sont dispersés par un prisme P disposé de manière à avoir le minimum de déviation, et l'on obtient un spectre de 35 à 40 millimètres de largeur dans la partie visible sur un diaphragme DD percé à son centre d'une ouverture portant un cylindre dans lequel on peut faire glisser une lentille cylindrique C. Le diaphragme est fixé au support de la roue interruptrice R placée derrière, et ce support est mobile sur deux rouleaux *n*, *n*. Un second diaphragme *d* percé d'une fente de 2 millimètres de largeur est placé en avant de la lentille cylindrique et limite ainsi la portion du spectre qui peut traverser cette lentille et les ouvertures de la roue.

En faisant mouvoir le support de cette roue perpendiculairement à la direction des rayons dispersés et dans la direction indiquée par la flèche, on voit que la lentille cylindrique C recevra successivement les rayons diversement colorés du spectre sur une largeur de 2 millimètres, et produira dans chaque position sur le bord de la roue une bande étroite résultant de la concentration des rayons qu'elle recueille.

Digitized by Google

On peut ainsi étudier l'effet des diverses portions du spectre, de 2 en 2 millimètres, sur le récepteur à sélénium *l* fixé derrière la roue sur le support.

Il faut se placer dans l'obscurité pour éviter les effets de la lumière diffuse bien qu'ils soient très faibles.

J'ai fait plusieurs fois cette étude en employant les lumières oxhydrique, électrique et solaire, et les résultats ont toujours été les mêmes, savoir :

Dans la partie ultra-violette, violette et indigo du spectre le récepteur ne manifeste aucun effet sensible dans les conditions où j'ai opéré.

On commence à entendre vers la limite de l'indigo-bleu des sons dont l'intensité augmente dans le bleu, le vert et le jaune, puis décroît dans l'orangé et le rouge.

Les sons cessent généralement à la limite du rouge visible.

Au delà, dans l'infra-rouge, le récepteur reste insensible.

Le maximum d'effet se produit, en tous cas, dans la partie jaune du spectre.

Il en résulte nettement que l'effet radiophonique du sélénium est dû à des radiations qui produisent sur l'œil des effets *lumineux*, et qu'il est maximum dans la partie la plus lumineuse du spectre.

Cette conclusion se trouve confirmée par ce fait que je n'ai encore pu parvenir à obtenir des sons, en exposant un récepteur à sélénium à des radiations *obscures* produites par exemple par une plaque de cuivre chauffée au dessous du rouge sombre.

J'ai refait en même temps et *dans les mêmes circonstances*, les *mêmes essais* avec les récepteurs à *tube de verre* contenant de l'air au contact d'une paroi enfumée dont j'ai parlé au début de ce Mémoire, et j'ai constaté *de nouveau* de la façon la plus nette, un résultat très différent. Avec ces récepteurs les rayons agissants s'étendent de l'orangé au delà du rouge, jusqu'à une limite qui peut arriver jusqu'au tiers ou au moins au quart de la longueur du spectre visible : l'effet maximum s'obtient dans l'infra-rouge. Les autres radiations du spectre depuis le jaune jusqu'à l'ultra-violet ne produisent pas d'effet perceptible. Mes précédentes conclusions subsistent donc toujours ; il y a là principalement un effet *thermique*.

Digitized by Google

Mais relativement aux récepteurs à sélénium au sujet desquels les résultats obtenus (à l'aide du galvanomètre il est vrai) étaient assez contradictoires, mes expériences tendent à montrer que les effets sonores obtenus par MM. Bell et Tainter seraient dus à une transformation de l'énergie des radiations dites *lumineuses* en énergie sonore par l'intermédiaire d'un courant électrique, ainsi qu'ils le pensent eux-mêmes. Cette conclusion est aussi conforme à celle à laquelle M. Adams est arrivé en 1877, par une méthode toute différente.

Cette transformation est très remarquable à tous égards.

En effet, en premier lieu, elle se produit dans des conditions où les effets élémentaires peuvent être d'une petitesse extrême; car on obtient des sons très perceptibles quand la roue interruptrice produit au moins 8 ou 900 intermittences par seconde du faisceau radiant, de telle façon que l'effet élémentaire de la lumière sur le récepteur en sélénium ne dure que 1/1800 de seconde, et que par conséquent la transformation s'opère dans un temps extrêmement court. A ce point de vue, ce phénomène peut être rapproché de celui qui produit la phosphorescence.

En second lieu, dans les expériences telles qu'on vient de les décrire il se produit des sons *simultanés*, des accords musicaux parfaitement nets, résultant d'un mouvement vibratoire suivant les lois ordinaires dans le téléphone. Mais ce mouvement lui-même provient de la modification produite par l'action de la lumière sur la surface du sélénium. Il est donc tout naturel de penser que cette modification n'est pas simple mais complexe, et que, dans le cas où l'on entend un accord de quatre sons simultanés, cette modification est constituée par quatre effets simultanés aussi mais distincts. Dès lors il paraît difficile de ne pas admettre qu'il se produit là quelque chose d'analogue à des mouvements vibratoires soumis à la loi des petites oscillations de Bernouilli. La reproduction de la voix à l'aide de ces appareils, dans les expériences de M. Bell, le montre encore plus complètement. En tous cas, quelle que soit la réserve dans laquelle il soit prudent de se renfermer quand il s'agit de phénomènes aussi délicats, il faudra certainement tenir compte de cette considération pour l'explication du mécanisme d'une pareille transformation d'énergie, et il faudra examiner si l'on peut se contenter d'ad-

Digitized by Google

mettre que ce mécanisme consiste dans une *production de force électromotrice*, ou une *variation de conductibilité* dans le récepteur à sélénium. Nous reviendrons plus tard sur ce point; mais nous allons examiner encore d'autres faits qui devront être expliqués en même temps que les précédents.

III. — Influence de la forme des récepteurs

Les premières expériences que j'ai faites ont porté sur les récepteurs que construit M. Bréguet d'après les procédés indiqués par MM. Bell et Tainter. J'en ai eu deux qui fonctionnaient bien : l'un a été soumis à des essais qui ont nécessité sa destruction; le second donne toujours de bons résultats bien qu'il fasse entendre dans le téléphone cette sorte de bruissement particulier qui se produit dans un instrument de ce genre placé à l'extrémité d'un fil qui reçoit des courants d'induction de fils voisins.

Mais la construction de ces récepteurs est très compliquée et difficile et il n'est pas possible de les faire servir à des expériences susceptibles de les détériorer. De plus ils offrent une grande surface et sont par conséquent assez encombrants.

J'ai donc cherché à construire des instruments qui fussent d'une construction beaucoup plus simple tout en jouissant des mêmes propriétés, qui pussent être exposés à toutes sortes d'expériences de façon à pouvoir être rapidement remis en bon état s'ils venaient à se détériorer, et enfin dont la surface fût aussi petite que possible.

J'y suis parvenu avec le concours d'un de mes aides, M. Humblot, en imitant une forme que M. Werner Siemens avait déjà employée en 1876 dans ses recherches sur la variation de conductibilité du sélénium avec la température. M. Siemens faisait sur une lame de mica une sorte de rainure en spirale à l'aide de deux fils métalliques parallèles et y coulait du sélénium. Nous prenons deux rubans de laiton très mince (1/10 de millimètre environ) *aa'*, *bb'* (fig. 4) dont l'un est représenté sur la figure par un trait plein, l'autre par un trait pointillé : nous les séparons par deux rubans de même largeur et d'environ $0^{mm},15$ d'épaisseur en papier parchemin qui sert d'isolant et qui peut être considéré comme représenté sur la figure par l'intervalle

Digitized by Google

blanc qui existe entre les deux traits. L'ensemble des quatre rubans est enroulé en spirale aussi serrée que possible : le bloc ainsi formé est pris entre deux lames de laiton épaisses de 1^{mm}, *c* et *d*, qui communiquent avec les deux extrémités *b'* et *a'* des rubans métalliques, et le tout est serré aussi fortement que possible entre deux morceaux de bois dur reliés l'un à l'autre par deux longues vis ou deux tiges à écrous *M* et *N*. Deux boutons *A* et *B* communiquent avec les lames *c* et *d* et par suite avec les bouts des rubans métalliques qui forment l'un les spires d'ordre pair et l'autre les spires d'ordre impair.

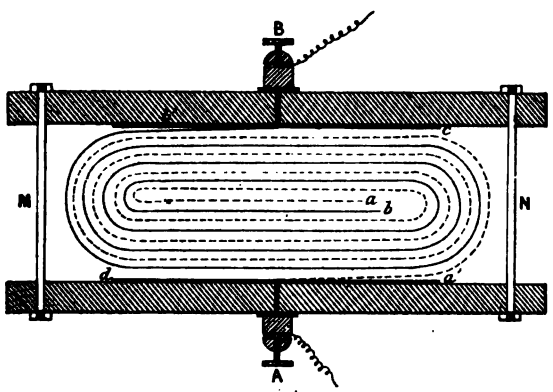


Fig. 4.

Le bloc ainsi serré peut être sans aucune difficulté limé sur ses deux faces d'abord grossièrement, puis de plus en plus finement et enfin poli au papier émeri sans crainte qu'il reste des limailles de cuivre établissant la communication métallique entre les spires. En fait il y a toujours une communication très faible entre les spires par le papier parchemin qui n'est pas un isolant parfait, mais elle est si faible qu'elle est sans inconvénient et évite l'opération du paraffinage du papier qui compliquerait un peu la construction de ces appareils et qui aurait d'ailleurs pour l'opération subséquente des inconvénients particuliers.

Après avoir ainsi poli le bloc et constaté avec un galvanomètre sensible l'absence de communications métalliques, on recouvre l'une des surfaces ou toutes les deux de sélénium de la manière suivante : On chauffe l'appareil dans un bain de sable ou en le posant à plat sur une plaque épaisse de cuivre chauffée par la

Digitized by Google

flamme d'un bec Bunsen jusqu'au moment précis où un crayon de sélénium appuyé dessus commence à fondre; on promène alors le crayon le long de la surface de façon à la recouvrir d'une couche aussi mince que possible. En ne laissant pas la température s'élever au-dessus de ce point, le sélénium prend la teinte ardoisée qui caractérise l'état où il est le plus sensible à la lumière, et en laissant refroidir lentement l'appareil, il est inutile de le recuire et il est prêt à fonctionner.

Pour préserver les surfaces séléniées on peut ensuite sans inconvénients les recouvrir soit d'une lame mince de mica, soit même d'une couche de vernis à la gomme laque déposé à chaud.

On peut faire ainsi des récepteurs excellents ayant leur plus petite largeur variant de 5 à 6 millimètres à 20 millimètres ou plus, et on peut leur donner des résistances très variables, par exemple en ne séléniant qu'une portion de la surface, ou en la recouvrant d'abord tout entière et en levant ensuite le sélénium par fragments. On peut avoir de cette manière des appareils dont la résistance varie de 1200 à 200,000 ohms qui fonctionnent plus ou moins bien suivant les conditions du circuit où ils se trouvent, mais qui produisent tous des sons très nets. Parmi ceux que je possède actuellement, les meilleurs avec une pile de 10 éléments Leclanché et des téléphones Gower ont 127,700 et 40,000 unités de résistance. Ces résistances varient d'ailleurs d'un jour à l'autre comme celles des récepteurs à mica de M. Bell sous des influences dont je ne me rends pas encore un compte bien exact.

Il en résulte les conséquences suivantes. D'abord on peut, avec des appareils aussi résistants, sans diminuer sensiblement l'intensité du courant de la pile et les effets produits, placer dans le même circuit plusieurs téléphones en série ou en quantité et faire entendre les sons produits à un certain nombre de personnes à la fois. Ensuite on peut réunir dans un même appareil, entre deux morceaux de bois plusieurs récepteurs étroits de façon à pouvoir constituer des sortes de batteries radiophoniques dont l'élément est un récepteur à sélénium et disposer ces éléments en série ou en quantité, ce qui permet de faire varier la résistance de la *batterie-récepteur*, et de l'adapter le mieux possible à des conditions données de circuit extérieur, de téléphone et de pile. Je me contente de signaler aujourd'hui cette disposition.

Digitized by Google

j'en indiquerai plus tard des applications de diverses espèces. Je ferai seulement remarquer que si un appareil de ce genre vient à être détérioré, il suffit de limer de nouveau la surface et de la sélénier de nouveau. J'ai pu ainsi en très peu de temps essayer de remplacer le sélénium par plusieurs autres corps, ce qui ne m'a du reste donné jusqu'ici aucun résultat satisfaisant.

E. Mercadier.

SYSTÈME DIVERS DE BUREAUX CENTRAUX

POUR LES SERVICES TÉLÉPHONIQUES

On croit généralement que l'invention des réseaux à bureau central est postérieure à celle des téléphones. C'est le contraire qui est vrai. Dès 1870 il y avait à New-York des réseaux de ce genre sur lesquels on faisait usage de télégraphes imprimeurs. L'un d'eux était spécial aux gens de loi (*law*) ; c'est dans ce service qu'on fit la première application du système à fil spécial pour les appels, qu'on appelle encore le *Law system*, et que nous ferons connaître dans ce qui suit.

Ces systèmes étaient de véritables réseaux de communication télégraphique privée, comme sont aujourd'hui nos réseaux téléphoniques urbains.

C'est encore plus tôt qu'ont été imaginés ces appareils qu'on appelle *Gold and Stock Telegraphs* au moyen desquels le bureau central fait savoir à tous ses abonnés simultanément les cours, vingt fois changés dans la journée, de l'or et des valeurs. Les réseaux sont rayonnants du bureau central chez les abonnés (groupés par 4 ou 6 sur chaque fil) ; mais la principale différence entre ces *Gold and Stock* et les autres, consiste en ceci, que l'abonné reçoit une série de dépêches imprimées, *sans jamais pouvoir répondre*. Il y a à Paris un réseau de ce genre qu'on appelle le *Télégraphe des Bourses et Marchés ;* il y en a un à Londres sous un nom différent; mais ni l'un ni l'autre n'approche de l'importance et du développement de ce système en Amérique.

L'invention du téléphone est venue donner une importance nouvelle aux réseaux à bureau central, et si l'Amérique a encore

Digitized by Google

précédé le vieux monde dans la mise en pratique de ces procédés nouveaux, on peut dire que déjà un grand nombre de villes d'Europe ont un service téléphonique organisé.

Un bureau central a pour objet de mettre en rapport deux abonnés, par les deux lignes qui rayonnent de lui vers eux. Cette mise en communication a lieu sur la demande de l'un d'eux, et pour un temps indéfini, de sorte qu'il faut avoir un moyen pour que les abonnés puissent annoncer au bureau qu'ils ont fini et qu'il faut remettre leurs lignes en attente. Ce service peut être fait de diverses manières ; nous allons faire connaître les principales.

SYSTÈME DU COMMUTATEUR SUISSE

Beaucoup de Compagnies téléphoniques emploient des commutateurs à barres verticales et horizontales, du genre de ceux qu'on appelle *universal commutator* en Angleterre, *commutateur suisse* en France et que nous appellerons *commutateur à double entrée*. Les barres verticales répondent à chacun des abonnés ; les horizontales servent à divers usages, à mettre deux abonnés en communication directe, à mettre un abonné en rapport téléphonique avec le bureau central, etc., etc. Des chevilles métalliques ou bouchons, qu'on enfonce dans des trous à la rencontre des barres verticales et horizontales, établissent ces liaisons.

Le bureau central contient, en outre, une série d'indicateurs (un par abonné) au moyen desquels l'employé est prévenu qu'on l'appelle.

Pour ne rien laisser sous-entendu, rappelons la série des manœuvres : l'abonné n° 1 appelle le Central ; l'employé met la cheville n° 1 dans le trou à la rencontre de la barre horizontale liée au téléphone, et répond à l'abonné. Celui-ci demande à communiquer avec l'abonné n° 5 ; le Central met alors les chevilles 1 et 5 sur une même ligne horizontale et par suite les abonnés en rapport direct.

Quand la conversation est finie entre 1 et 5, le premier doit annoncer au Central qu'il y a lieu de supprimer la communication entre eux et de remettre les deux lignes dans la position d'attente. La méthode suivie pour ces appels diffère beaucoup suivant les Compagnies, et doit varier suivant les conditions particulières du réseau.

Digitized by Google

SYSTÈME DE RAPPEL PAR DÉRIVATION

Dans beaucoup de cas, on met au moyen d'une cheville supplémentaire, la ligne qui joint les deux abonnés 1 et 5, en communication avec l'indicateur 1 ou l'indicateur 5, dont la seconde extrémité est à la terre; la ligne téléphonique 1 à 5 se trouve donc avoir une dérivation à la terre au bureau central.

Il paraît préférable d'avoir des indicateurs spéciaux pour le rappel, un pour chacune des barres de communication directe; ces indicateurs ont une résistance plus grande que les autres; on leur donne 150 ou même 300 ohms. Pendant la conversation téléphonique, une partie des courants ondulatoires est dérivée à la terre, mais elle est d'autant moindre que la résistance de la dérivation est plus grande. L'expérience a montré qu'il n'y a pas de différence appréciable dans la réception téléphonique, si on supprime toute dérivation, ou si on en met une de 300 ohms.

SYSTÈME DE RAPPEL SANS DÉRIVATION

Une autre combinaison consiste à mettre l'indicateur de rappel, non plus en dérivation, mais dans le circuit même de la correspondance téléphonique. On peut pratiquer ce système, en laissant les deux indicateurs 1 et 5 dans le circuit, mais on préfère avoir des indicateurs de rappel spéciaux. Cette dernière combinaison paraît être préférée en Amérique pour les bureaux de 250 abonnés. On assure que deux employés suffisent au service de ces bureaux.

Dans le rappel par dérivation ou sans dérivation, on comprend que, la conversation finie, l'abonné n° 1 envoie le courant de sa pile entière, ce qui fait fonctionner l'indicateur de rappel et prévient le Central.

SYSTÈME DU JACK-KNIFE

Le commutateur à double entrée n'est pas le seul moyen employé pour remplir les fonctions que nous avons fait connaître. Un autre système est caractérisé par l'organe spécial, appelé par les Américains Jack-Knife. C'est une pièce de laiton (fig. 1) de section carrée qui est attachée à une grande planche verticale

Digitized by Google

par deux boulons. Le premier L se termine par un écrou qui sert à la fois à fixer le Jack-Knife et à assurer le contact entre le fil de ligne de l'abonné et la masse métallique.

Le second boulon I est mis en communication de la même manière avec le fil de l'indicateur; mais ce boulon est isolé du Jack-Knife et il présente une petite cheville métallique latérale, se projetant vers le haut, isolée également de la masse et sur

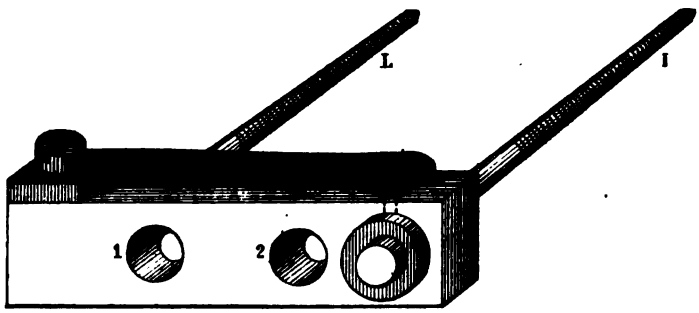


Fig. 1. — Commutateur américain dit Jack-Knife.

laquelle vient appuyer le bout du ressort R. Dans ces conditions, le Jack-Knife est sur l'attente; la ligne est en communication avec l'indicateur, dont la seconde extrémité est à la terre.

Si maintenant l'abonné envoie un courant, l'indicateur fonctionne et le Central est prévenu. Le Jack-Knife présente deux trous 1 et 2; l'employé enfonce alors dans le trou 2, une cheville attachée à une corde métallique venant d'un téléphone. La cheville soulève une goupille portée par le ressort R et par suite rompt le contact entre la masse du Jack-Knife et l'indicateur. Ainsi, cette simple introduction de la cheville, fait deux manœuvres: elle détache l'indicateur de la ligne et la rattache au téléphone. L'employé prend alors les instructions de l'abonné qui demande à causer avec un autre. Pour établir la liaison entre les deux Jack-Knives (fig. 2), on fait usage d'une corde métallique souple terminée par deux chevilles qu'on engage dans les trous 1 ou 2. Si on veut mettre un des indicateurs en dérivation, on met la cheville correspondante dans le trou n° 1; le ressort R n'est pas soulevé et la masse du Jack-Knife, qui fait partie de la ligne de correspondance, est reliée à l'indicateur et à la terre.

Digitized by Google

D'autres combinaisons sont possibles, avec le Jack-Knife. On peut faire usage d'indicateurs spéciaux de rappel qu'on introduit dans le circuit des deux abonnés causant. Cette opération se fait au moyen de deux cordes souples dont l'une va du Jack-Knife

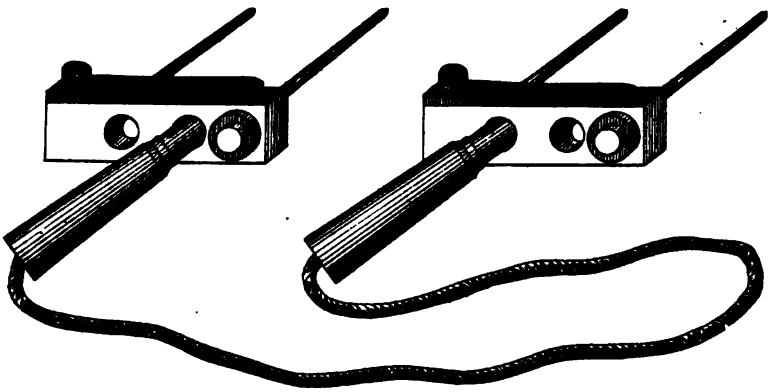


Fig. 2. — Communication établie entre deux Jack-Knifes.

A au bout d'entrée de l'indicateur, et l'autre du bout de sortie au Jack-Knife B. Ce système est en usage dans beaucoup de bureaux en Amérique; on estime qu'il est très avantageux jusqu'à 250 ou 300 abonnés et que deux employés suffisent à ce service.

DU NOMBRE DES APPELS

Il est aisé de comprendre que le nombre des appels, reçus par un bureau central, croît beaucoup plus rapidement que le nombre des abonnés.

On peut faire, à ce sujet, le petit calcul très élémentaire suivant:

Chacun des n abonnés peut demander à parler à chacun des $n - 1$ autres; ce qui ferait $n(n - 1)$ communications; mais il faut remarquer que la liaison du n° 1 avec le n° 5 ne diffère pas de celle du n° 5 avec le n° 1, par conséquent le nombre $n(n - 1)$ est double du nombre réel des communications distinctes, qui est donc exactement

$$\frac{n(n-1)}{2}.$$

Digitized by Google

Si on a 501 abonnés aboutissant à un bureau, le nombre sera

$$\frac{501 \times 500}{2} = \frac{250.500}{2} = 125250.$$

On peut, sans s'écarter sensiblement de la vérité, dire que le nombre des communications possibles est égal à la moitié du carré du nombre des abonnés.

Dans la réalité, le nombre effectif est très inférieur à ce nombre théorique, parce que les abonnés ne se connaissent pas tous, et qu'aucun d'eux n'a affaire avec tous les autres; mais il reste fort grand, parce que la même communication est demandée plusieurs fois dans la même journée.

Pour ce motif, le service des bureaux de 500 et 1000 abonnés présente de grandes difficultés. On ne se fait pas d'idée, quand on est étranger aux services téléphoniques, de l'impatience d'un abonné qui a le désir de parler à un autre; les secondes sont pour lui des minutes et la minute une heure. Il a donc fallu rechercher tous les moyens d'augmenter la rapidité des manœuvres dans les bureaux importants.

Nous allons faire connaître divers systèmes en usage en Amérique, et qui n'ont pas encore été employés en Europe.

SYSTÈME LAW

Nous avons dit en commençant cette étude à quelle circonstance ce système particulier devait son nom.

Voici comment il est combiné. Chaque abonné a un fil spécial pour sa correspondance, allant de chez lui au bureau central. Mais il y a, en outre, un fil d'appel partant du Central, passant chez 50 abonnés ou environ, et rentrant au Central. Ces 50 abonnés appellent tous et rappellent tous le bureau pour faire supprimer la communication quand ils ont achevé leur conversation, par le même fil.

Ces appels se font de différentes manières dans les différentes villes.

A Chicago, chaque abonné a un télégraphe spécial d'une forme très répandue en Amérique, sur le cadran duquel sont portés divers signaux parmi lesquels : — *Je demande à parler.* — *Notre*

Digitized by Google

conversation est achevée. — Quand il veut converser avec un de ses amis, il tourne la manivelle de son télégraphe sur le signal — *Je demande à parler.* Cette manœuvre a pour conséquence l'envoi d'une série de courants longs et courts, qui donnent sur la bande de papier d'un récepteur, au Central, une dépêche Morse commençant par le n° 57 de l'abonné et continuant par l'avis qu'il a voulu transmettre. Un employé spécial, chargé de ce récepteur, donne cette dépêche reçue à un second employé chargé du commutateur. Ce dernier se met aussitôt en communication téléphonique avec l'abonné 57, par le fil spécial n° 57 et sur son avis le met en rapport avec le n° 43. Le rappel qui suit l'achèvement de la conversation se fait comme le premier appel.

A New-York on procède autrement; les appels se font par téléphone sur le fil spécial. Au bureau central, un jeune garçon a continuellement les téléphones aux oreilles; l'abonné 7 lui parle et dit : n° 7 *demande* n° 29. Le garçon répète à haute voix cette phrase ; l'employé du commutateur entend l'avis, et en moins de temps qu'il n'en faut pour l'écrire, rattache les Jack-Knives 7 et 29 par une corde métallique, comme nous l'avons expliqué. La conversation achevée; le garçon qui écoute les appels reçoit l'avis : n° 7 *et* n° 29 *ont fini;* on enlève les deux chevilles et la corde qui les joint, et les lignes 7 et 29 sont de nouveau sur l'attente.

On remarque que, dans cette combinaison, le Central ne se charge pas d'appeler le second abonné ; il se dispense ainsi d'une maœuvre, et si l'ami appelé se fait attendre, le premier sait qu'il n'a pas à s'en prendre aux employés de la Compagnie.

SYSTÈME DE MM. C. C. HASKINS ET C. H. WILSON A COMMUTATEURS MULTIPLES

Nous ne pouvons décrire ce système employé dans le grand bureau de Chicago que d'une manière provisoire et incomplète, d'après un article des inventeurs dans le *Journal of the American Electrical Society.* L'idée principale est d'amener le fil de chaque abonné à plusieurs commutateurs, afin de permettre de le relier rapidement avec ceux qui le demandent, et de gagner le temps d'aller le chercher au loin. Le système, ainsi compris, présente

Digitized by Google

une difficulté. Avant de mettre un abonné B en communication avec un autre A qui l'a demandé, il faut que l'employé du commutateur sache si B n'est pas déjà en conversation avec quelqu'autre sur un autre commutateur. C'est cette difficulté qui a été vaincue par MM. Haskins et Wilson par l'emploi de Jack-Knifes reliés les uns aux autres, et d'un essai de la ligne B. Par la combinaison adoptée, si la ligne B est déjà occupée, l'essai, sur un autre Jack-Knife, de cette même ligne, la trouve isolée; au contraire, si la ligne B est libre, on le constate par cet essai qui sert en même temps à appeler l'abonné B.

Ce système mérite, croyons-nous, grande attention ; nous nous proposons d'obtenir des renseignements plus complets sur cette organisation, et de les offrir à nos lecteurs. Nous n'avons, d'ailleurs, pas épuisé le sujet, et nous ferons connaître notamment l'organisation du réseau de Paris qui, à beaucoup d'égards, sera bientôt la plus parfaite du monde. A. Niaudet.

DISCUSSION GRAPHIQUE

DE LA FORMULE DES PILES

(1er article).

Il n'est évidemment pas nécessaire d'insister sur l'intérêt qu'il y a dans un grand nombre de circonstances à représenter graphiquement soit une loi donnée par une formule algébrique, soit les résultats numériques d'expériences se rapportant à un phénomène déterminé : les courbes ne fournissent évidemment aucune indication qui ne soit comprise dans la formule, mais bien souvent elles permettent de se rendre plus rapidement compte de l'influence des variations de certaines données; il en est particulièrement ainsi lorsque la formule contient trois variables, car, en général, au moins, la discussion algébrique est compliquée, tandis que la représentation graphique à l'aide de courbes de niveau de la surface qui correspond à l'équation offre à nos yeux et à notre esprit quelque chose de précis. De plus, dans quelques circonstances, des tableaux graphiques, abaques de divers genres, permettent d'obtenir à simple vue des résultats numériques que la formule ne pourrait fournir que

Digitized by Google

d'une manière moins rapide, considération qui n'est pas sans importance si, comme il arrive souvent, on est conduit pour une suite d'expériences à appliquer un grand nombre de fois une formule déterminée.

C'est l'application de cette méthode à une formule fréquemment employée en électricité que nous voulons présenter à nos lecteurs ; la méthode est féconde et peut s'appliquer avec des modifications diverses à nombre de circonstances.

Appelons C l'intensité d'un courant, R la résistance du circuit interpolaire, r la résistance d'un élément dont E est la force électromotrice. On sait que si l'on accouple en *tension* n éléments supposés tous égaux et orientés dans le même sens, l'intensité C_n du courant sera donnée par la formule

$$C_n = \frac{nE}{R + nr}.$$

La discussion de cette formule est compliquée et sa représentation graphique peu aisée, comme on peut aisément le comprendre, parce qu'il y a quatre éléments variables C_n, n, R et r.

Si nous appliquons cette formule générale au cas où, avec le même circuit interpolaire, on emploierait un seul élément, on trouve pour l'intensité C_1, du courant :

$$C_1 = \frac{E}{R + r}.$$

Le rapport $\frac{Cn}{C_1}$ représente évidemment l'avantage qu'il y a pour un circuit interpolaire donné, à employer n éléments au lieu d'un seul. En divisant les deux équations membre à membre, on trouve

$$\frac{C_n}{C_1} = \frac{n(R + r)}{R + nr}$$

valeur dans laquelle E a disparu, comme il était facile de le prévoir, de telle sorte que les résultats à déduire de cette formule seront applicables à des éléments de nature quelconque. Cette équation se prête bien à la discussion, parce qu'elle est homogène par rapport aux quantités R et r et que, par suite, c'est seulement le rapport $\frac{R}{r}$, par exemple, qu'il y a lieu de considérer, la formule pouvant s'écrire :

Digitized by Google

$$\frac{C_n}{C_1} = \frac{n\left(\frac{R}{r}+1\right)}{\frac{R}{r}+1}$$

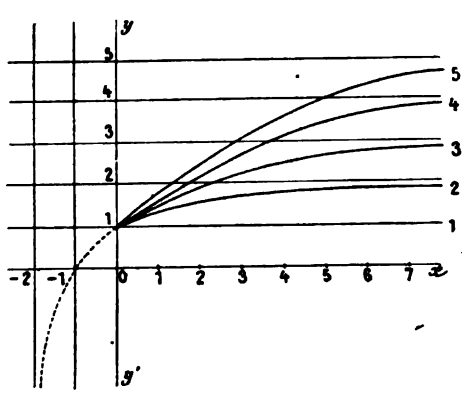
Posons $y = \frac{Cn}{C_1}$ et $x = \frac{R}{r}$; on a alors

$$y = \frac{n(x+1)}{x+n}$$

Équation d'un hyperboloïde tel que les trois coordonnées de chacun de ses points représentent les valeurs correspondantes savoir : pour y, de l'accroissement du courant dû à la multiplicité des éléments; pour n, du nombre de ces éléments ; et pour x, du rapport de la résistance du circuit interpolaire à la résistance d'un élément.

Il est clair que d'après la nature du problème physique, les valeurs positives des coordonnées sont seules à considérer ; seule la valeur de n pourrait être prise négativement au numérateur et entraînerait le changement du signe de y; mais comme on ne peut admettre de valeur négative de n au dénominateur, on ne peut appliquer à ce cas la même formule.

D'autre part, il est évident aussi que les seules valeurs qu'il y ait à considérer pour n sont des valeurs entières.



Imaginons que nous rapportions la surface à trois axes coordonnés, rectangulaires par exemple, deux axes horizontaux ox et oy sur lesquels seront comptées les valeurs de x et de y et un

Digitized by Google

axe vertical suivant lequel on porterait les valeurs de n; et caractérisons la surface par des courbes de niveau correspondant aux valeurs successives de n, savoir 1, 2, 3.., courbes que nous projetterons sur le plan des xy.

Ces courbes sont faciles à construire : ce sont des hyperboles ayant des asymptotes parallèles aux axes coordonnés et équidistantes ; les asymptotes parallèles à l'axe des x ayant successivement pour ordonnées 1, 2, 3..., et les asymptotes parallèles à l'axe des y ayant successivement pour abscisses $-1, -2, -3$. De plus, toutes ces courbes coupent l'axe des y au point $y = 1$, et l'axe des x au point $x = -1$ et enfin elles ont toutes pour axe réel la bissectrice de l'angle xoy'. D'ailleurs il n'y a à considérer, d'après ce que nous avons dit plus haut, que la partie de ces courbes comprises dans l'angle yox,

Ces courbes étant construites à une échelle quelconque, il est aisé de voir comment on peut s'en servir. Dans le cas le plus général, on connaît x le rapport des résistances, n le nombre des éléments employés et l'on cherche y. On prendra alors sur l'axe ox une abscisse représentant x à l'échelle adoptée (échelle qui précisément est donnée sur l'axe des y) et l'on mènera par le point correspondant une parallèle à l'axe des y jusqu'au point où elle rencontrera la courbe marquée n; la distance du point ainsi obtenu à l'axe des x, distance mesurée à la même échelle que x donnera précisément la valeur de y. Si les courbes ont été tracées sur un papier quadrillé, ces mesures sont obtenues à simple vue.

Il est facile de voir que l'on pourrait inversement, connaissant x et cherchant à obtenir une valeur déterminée pour y, trouver combien il faudrait prendre d'éléments. Pour cela on mènerait deux parallèles aux axes correspondant aux valeurs données de x et de y et le point où elles se rencontreront sera la projection d'un point de l'espace dont la distance au plan de xy serait la valeur de n cherchée, cette valeur se lira d'ailleurs par les chiffres des courbes entre lesquelles se trouvera le point ainsi défini : la valeur de x correspondant à la courbe inférieure sera trop faible et dans la pratique il faudra, pour atteindre le résultat cherché, prendre la valeur correspondant à la courbe supérieure.

Nous ne voulons pas insister sur les diverses questions qui se

Digitized by Google

peuvent résoudre à l'aide de ces courbes, mais nous tenons seulement à faire remarquer qu'elles montrent immédiatement que si x est voisin de 0, c'est-à-dire si la résistance interpolaire est faible par rapport à la résistance d'un élément, il y a peu d'intérêt à augmenter le nombre des éléments, il n'y en aurait même pas du tout si l'on avait rigoureusement $x=0$ car alors on a $y=1$ pour toutes les valeurs de n. Mais, au contraire, à mesure que x croît, la valeur de y se rapproche de plus en plus de n, c'est-à-dire que l'intensité du courant tend à devenir proportionnelle au nombre des éléments employés, la proportionnalité ne serait atteinte évidemment que pour une valeur ∞ de x.

Ce tableau graphique pourrait rendre quelques services, mais il présente un certain inconvénient : la construction des courbes à l'exactitude desquelles est subordonnée l'approximation que l'on peut atteindre. Nous avons pu obvier à cet inconvénient de la manière suivante :

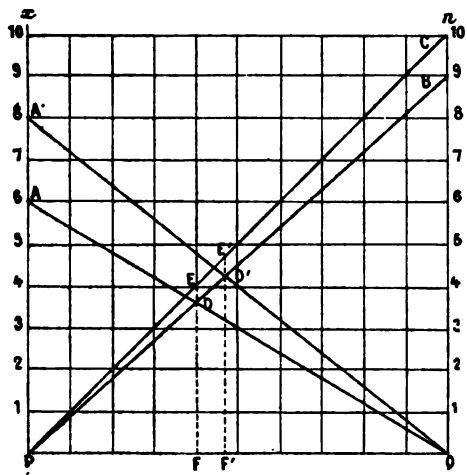
Dans une autre circonstance[1], nous nous étions trouvé, pour la discussion de la formule des lentilles dans des conditions analogues, et il nous avait été possible de remplacer un abaque contenant également des courbes, par un autre formé uniquement de lignes droites et présentant la propriété que les valeurs à lire y sont proportionnelles aux distances à mesurer. Bien que la formule et les courbes ne fussent pas identiques, nous cherchâmes s'il ne serait pas possible de parvenir à une transformation analogue et c'est en effet ce à quoi nous sommes arrivé. Sans vouloir ici entrer dans le détail, nous décrirons immédiatement l'abaque auquel nous sommes parvenu.

Soient deux lignes Px, Qn, perpendiculaires aux extrémités d'une ligne quelconque PQ, et divisées en parties égales : il est utile pour la pratique que des parallèles à PQ soient menées par les points de division ; on peut tracer aussi pour plus de commodité des lignes parallèles à Px, mais leur écartement est absolument indifférent. Supposons que connaissant x et n, nous voulions calculer la valeur correspondante de y; on prendra sur Px, par exemple, un point A tel que PA $= x$ et on le joindra au point Q. D'autre part, on déterminera sur Qn des points B et C correspondant respectivement à n et à $n+1$ et l'on joindra ces

[1] Voir *Ass. fr. p. l'av des sc.* — Congrès de Clermont-Ferrand, 1876.

Digitized by Google

points à P. Soit alors D l'intersection des droites QA et PB et soit E le point de PC situé sur la même verticale que D : la dis-



tance EF de ce point à la ligne PQ, lue sur les lignes horizontales préalablement tracées mesure la valeur de y.

On a, en effet, les relations suivantes :

$$\frac{FD}{AP} = \frac{QF}{QP} \quad \text{et} \quad \frac{FD}{BQ} = \frac{PF}{PQ}$$

la 2e équation donne, à cause de $QF = PQ - PF$

$$\frac{BQ - FD}{BQ} = \frac{QF}{PQ}$$

et par comparaison avec la première

$$\frac{FD}{AP} = \frac{BP - FD}{BD}$$

c'est-à-dire

$$\frac{FD}{x} = \frac{n - FD}{n}$$

on tire de là :

$$n.FD = x(n - FD)$$

et par suite

$$FD = \frac{nx}{n + x}$$

Digitized by Google

mais on a d'autre part

$$\frac{EF}{FD} = \frac{CQ}{BQ} = \frac{n+1}{n}$$

d'où il vient enfin

$$EF = \frac{(n+1)x}{n+x}$$

ce qui est bien la valeur trouvée précédemment pour y.

Il est évident que si l'on veut avoir un tableau dont on veuille se servir couramment, il faudra au préalable tracer toutes les lignes rayonnantes partant de P et de Q et aboutissant successivement aux divers points de division des ligne Px et Qn, comme nous l'avons fait pour notre abaque des lentilles ; mais il nous suffisait ici de donner le principe de la méthode.

Sur un abaque où les lignes rayonnantes sont tracées effectivement, ces opérations se font très rapidement et elles présentent une assez grande exactitude.

La figure montre également l'influence de la variation de x; plus cette valeur augmente, plus la ligne QC correspondante s'élève et par suite plus elle coupe la transversale partant de P en des points élevés, par conséquent plus la valeur de y est considérable. En un mot toute la discussion théorique se fait très facilement, comme on peut le voir sans qu'il soit nécessaire d'insister.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que les considérations précédentes s'appliquent avec une légère modification au cas où les n éléments égaux sont montés en quantité.

En conservant les mêmes notations et désignant par C' l'intensité dans ce cas, on a immédiatement :

$$C'_n = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{nE}{nR + r}.$$

On en conclut :

$$\frac{C'_n}{C_1} = \frac{n(R+r)}{nR+r}$$

et nous arriverons à la même formule que ci-dessus

$$y = \frac{n(1+x)}{n+x}$$

Digitized by Google

à la condition de poser.

$$y = \frac{C_n}{C_1} \quad \text{et} \quad x = \frac{r}{R}.$$

Les mêmes courbes et le même abaque pourront donc servir dans le deuxième cas comme dans le premier à la condition de prendre pour x tantôt la valeur $\frac{r}{R}$ et tantôt au contraire $\frac{R}{r}$.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces tableaux graphiques qui nous paraissent susceptibles d'être utilisés dans diverses circonstances et dont la construction est simple et rapide.

C. M. Gariel.

L'ÉLECTROBIOLOGIE

L'électrophysiologie peut-elle prétendre à une place équivalente parmi les diverses branches de la science électrique?

Il nous suffira pour répondre à cette question de citer quelques noms des savants qui ont consacré une grande partie de leur activité scientifique, sinon toute leur vie, à l'étude des phénomènes électriques qui se manifestent dans les tissus organiques : Galvani, Volta, Nobili, Marianini et M. Matteucci parmi les anciens, MM. du Bois-Reymond et Helmholtz parmi les modernes.

Il semble étrange qu'une science qui compte parmi ses promoteurs des esprits aussi éminents, des savants dont les noms sont à jamais placés en première ligne parmi les grands penseurs de l'univers, il semble étrange, disons-nous, que jusqu'à présent cette science ait encore à lutter pour obtenir ses droits de cité dans les recueils scientifiques consacrés à l'électricité.

Ce n'est certes ni le peu d'importance des phénomènes électriques vitaux, ni la défectuosité des méthodes employées par les électrophysiologistes pour l'étude de ces phénomènes, qui peuvent répondre de cette injustice.

Bien au contraire ; comme finesse et précision des méthodes, comme intérêt scientifique, l'électrophysiologie mériterait de marcher à la tête de toutes les autres branches de l'électricité. La complexité des phénomènes nerveux et musculaires exige dans leurs études des précautions infinies, surtout quand il

Digitized by Google

s'agit de fixer les relations de ces phénomènes vitaux avec les manifestations des actions électriques.

Les méthodes et les appareils employés par les électrophysiologistes doivent, par conséquent, atteindre un degré de précision bien supérieur à celui des méthodes employées pour étudier les phénomènes électriques du monde inorganique.

Et, en effet, depuis la lutte célèbre entre Galvani et Volta vers la fin du siècle passé jusqu'au mémorable tournoi scientifique qui voilà plus de dix ans se poursuit entre M. du Bois-Reymond et M. Herrmann, c'est presque toujours la précision des méthodes qui fait l'objet exclusif de la discussion.

Est-il nécessaire d'insister sur l'intérêt scientifique capital, que présente l'étude des phénomènes électriques dans le règne animal?

Depuis que les premiers phénomènes électriques ont commençé à se révéler au monde scientifique, l'analogie entre ces phénomènes et les phénomènes qu'on désigne comme phénomènes nerveux n'a pas cessé de frapper tous les esprits. Bien avant l'immortelle découverte de Galvani constatant l'existence des courants électriques dans les nerfs et dans les muscles, plusieurs savants avaient eu recours à l'électricité pour expliquer la transmission instantanée des excitations et des impressions à travers les nerfs. La comparaison des nerfs aux fils conducteurs de l'électricité était le premier essai pour réduire les actions vitales les plus élevées à des causes purement physiques.

Le siècle des recherches remarquables et des nombreuses découvertes qui s'est écoulé depuis les premiers travaux de Galvani a certes complètement renversé cette analogie primitive. Mais la féconde pensée que les forces qui produisent les manifestations nerveuses sont identiques aux forces électriques du monde inorganique continue à dominer dans la science; chaque jour elle gagne du terrain, même parmi les esprits les plus rebelles à une conception physique du monde organique.

Les dissidences qui divisent encore les savants adonnés à l'étude des phénomènes électriques des nerfs et des muscles ont complètement changé de terrain. On ne nie plus ni l'existence des courants électriques dans ces organes, ni la régularité et l'intensité avec lesquelles ils se manifestent. Ce qui fait l'objet

Digitized by Google

du litige, c'est l'importance physiologique fonctionnelle à attribuer à ces courants électriques; tandis que les uns s'entêtent à les envisager comme des phénomènes corollaires qui accompagnent accidentellement les actions nerveuses, les autres voient entre les forces électriques dont sont doués les nerfs et les muscles et leur fonctionnement physiologique, une corrélation plus étroite : pour eux ce fonctionnement est l'effet direct des propriétés électriques dont sont doués ces organes de la vie purement animale.

Ce n'est pas le moment de discuter absolument laquelle de ces deux opinions est la plus fondée. Nous aurons souvent l'occasion de revenir sur cette question brûlante, et nous espérons que l'exposé impartial de tous les documents sur la question en litige, convaincra le lecteur que la seconde manière de voir est la seule qui soit conforme aux exigences des esprits vraiment scientifiques.

Mais, quelle que soit la valeur physiologique des phénomènes électriques qui se manifestent dans l'organisme animal, leur grand intérêt scientifique ne saurait être mis en cause.

C'est donc ailleurs qu'il faut chercher les raisons qui jusqu'à présent ont empêché la vulgarisation dans le monde savant des doctrines électrophysiologiques.

En première ligne, il faut placer parmi ces raisons les grandes difficultés que présentent leur étude. Nous avons déjà dit que la lutte qui, depuis un siècle, sépare les diverses écoles électrophysiologiques est encore plus une lutte des méthodes qu'une lutte des doctrines. Le perfectionnement constant et progressif des méthodes d'investigation des phénomènes électriques des nerfs, les difficultés que présentent l'initiation à ces méthodes et leur application, empêchent le plus grand nombre de savants qui portent intérêt à cette branche d'électricité de s'en occuper de manière, sinon, à pouvoir intervenir d'une manière active dans cette lutte scientifique, au moins à pouvoir la suivre en juge compétent. C'est pourquoi l'électrophysiologie est jusqu'à présent restée le domaine exclusif de savants de certains pays et même de certaines écoles. Née en Italie vers la fin du siècle passé, l'étude des phénomènes électriques des nerfs et des muscles n'est presque pas sortie jusqu'à il y a une trentaine d'années

Digitized by Google

d'un cercle de physiciens italiens qui, par des liens de parenté ou d'école, se rattachaient aux deux principaux promoteurs de ces études : Galvani et Volta.

En 1847, un nouveau lutteur est entré dans l'arène; lutteur armé de si puissants moyens d'investigation scientifique, qu'en très peu de temps il a fait de l'électrophysiologie le domaine presque exclusif de son laboratoire; — nous voulons parler de M. du Bois-Reymond. Ce savant, au milieu de luttes qui ont duré plus de trente ans, s'est jusqu'à présent maintenu dans les positions prises presque d'assaut. Et ceci à un tel point que même l'adversaire le plus éminent de ses doctrines, le professeur Hermann de Zurich, un de ses anciens élèves, est sorti de son laboratoire.

L'exclusivisme d'une école est rarement propice au développement et à la croissance d'une science. L'électrophysiologie ne pourra donc que gagner à devenir plus connue, plus accessible au monde savant, à éveiller l'intérêt des nouveaux chercheurs qui ne manqueront pas d'y apporter de nouvelles lumières et de nouvelles forces.

Dans les limites de nos moyens, nous nous efforcerons d'éveiller cet intérêt par des comptes rendus complets et impartiaux de toutes les nouvelles recherches électrobiologiques.

Un résumé succinct d'un mémoire scientifique ne paraît pas toujours suffisant, surtout quand il s'agit d'une science relativement si peu connue. C'est pourquoi nous nous permettrons de faire précéder l'analyse de chaque travail un peu important d'un court aperçu de l'état de la question qui y est traitée. Cet aperçu fera ressortir l'intérêt général que pourrait présenter ce travail analysé au point de vue physiologique ou purement électrique.

E. de Cyon.

Digitized by Google

L'ÉLECTRICITÉ CHEZ SOI

ALLUMOIRS ÉLECTRIQUES

Les applications de l'électricité aux usages domestiques sont certainement destinées à devenir beaucoup plus nombreuses et beaucoup plus répandues qu'elles ne le sont actuellement. On se sert très fréquemment dans les maisons des grandes villes de sonneries électriques, mais les ressources que l'on emprunte à l'électricité dans la vie pratique sont généralement limitées à cet emploi. On peut cependant demander beaucoup plus à la source électrique qui fait fonctionner les sonneries ; il est facile de l'utiliser notamment pour remplacer avec avantage les allumettes chimiques que l'on n'a pas toujours sous la main, et pour produire instantanément de la lumière. Nous décrirons aujourd'hui deux allumoirs très ingénieux, récemment construits par M. Maigret et par M. Ranque.

L'allumoir électrique de M. Maigret fonctionne d'une façon tout à fait remarquable. Si l'on ferme le circuit électrique, en touchant le bouton de contact, la lampe s'allume. Quand la flamme brille, en touchant le même bouton, on l'éteint. En d'autres termes le même contact sert à allumer la lampe quand elle est éteinte, et à l'éteindre quand elle est allumée.

Le mécanisme de l'appareil est représenté ci-contre (fig. 1). Il consiste en un électro-aimant horizontal dissimulé dans le socle de la petite lampe à pétrole. Quand le courant est envoyé dans le système, l'électro-aimant attire une armature, à laquelle est fixée une double tige métallique servant de support à une spirale de platine fixée à sa partie supérieure. Cette double tige se rapproche de la lampe et comprime un petit soufflet dont le tube d'insufflation aboutit à la partie supérieure de la mèche.

Si la lampe est éteinte, le soufflet souffle une mèche sans flamme, ce qui ne produit aucun effet, la spirale de platine devenue incandescente détermine l'inflammation des vapeurs de pétrole ; la lampe s'allume.

Quand la lampe est allumée, si le courant passe dans l'électro-aimant, la tige métallique se rapproche de la lampe, exactement

Digitized by Google

comme nous venons de l'indiquer, et le soufflet fonctionne, mais cette fois, il lance de l'air sur une flamme ; la lampe s'éteint.

Ce petit allumoir est destiné à rendre de grands services dans les usages de la vie domestique. On peut le fixer au mur d'une antichambre et le faire fonctionner à l'aide d'un cordon de tirage pendu dans le voisinage de la porte d'entrée. Quand on rentre le

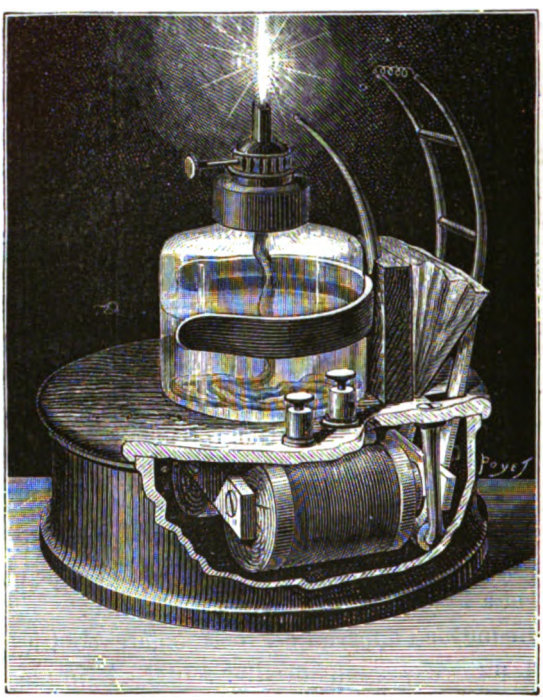


Fig. 1. — Allumoir électrique de M. Maigret.

soir, il suffit de tirer ce cordon pour que la lampe s'allume aussitôt. On peut encore le placer dans l'intérieur de la suspension d'une chambre à coucher ; il est alors possible de faire naître la lumière ou de l'éteindre à volonté, et cela sans même sortir de son lit, si le bouton de contact est convenablement placé.

L'allumoir de M. Paul Ranque, tout aussi ingénieux que celui de M. Maigret, offre identiquement le même avantage d'allumer la lampe et de l'éteindre à l'aide du même contact, seulement le moyen employé pour l'extinction n'est pas le même. Ce n'est

Digitized by Google

pas ici un petit soufflet qui agit, mais un éteignoir que l'on voit représenté à la partie supérieure de notre gravure (fig. 2). Cet éteignoir offre, en outre, l'avantage de recouvrir la mèche, de la protéger des poussières, et d'empêcher l'évaporation de l'essence, quand la lampe ne fonctionne pas.

A côté de l'éteignoir est fixée la double tige servant de support

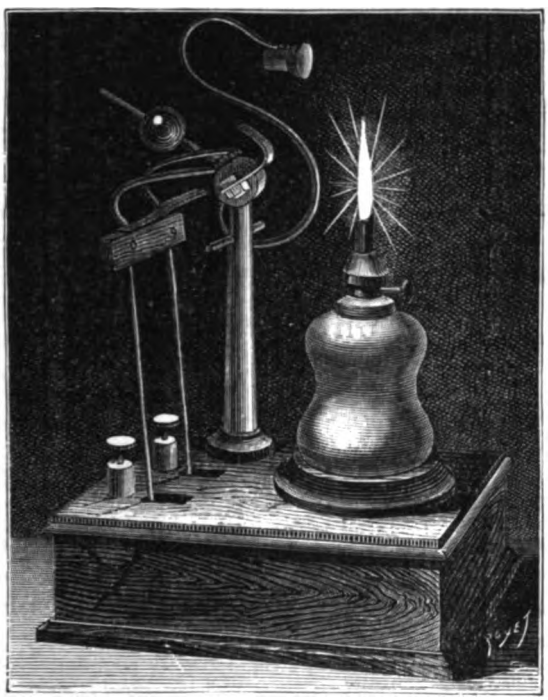


Fig. 2. — Allumoir électrique de M. P. Ranque.

à la spirale de platine que le passage du courant rend incandescente. C'est encore un électro-aimant dissimulé dans le pied de l'appareil qui commande le mouvement aux pièces du système. Quand la lampe est allumée et que l'on envoie le courant, la tige à spirale de platine est attirée et se rapproche de la lampe ; cette tige est munie d'une petite lame élastique horizontale qui dans son mouvement rencontre une autre lame métallique fixée au support de l'éteignoir et le fait tomber sur la lampe. Si la lampe est éteinte et que le courant passe, la tige à spirale de platine

Digitized by Google

accomplit le même mouvement, mais la lame additionnelle dont elle est munie trouve sur son passage une autre pièce fixe du support de l'éteignoir et détermine le mouvement ascensionnel de celui-ci. La spirale incandescente se trouve alors au-dessus de la mèche imbibée de pétrole et l'allume. Notre figure 2 explique très nettement la manière dont agissent les organes de cet allumoir.

Pour faire fonctionner les deux petits appareils que nous venons de décrire, il suffit de quatre éléments Leclanché, modèle ordinaire de sonnerie à agglomérés, ou de deux éléments à surface. Ces allumoirs sont susceptibles d'être installés très pratiquement chez tous ceux qui possèdent des sonnettes électriques.

Gaston Tissandier.

CHRONIQUE

CONCOURS
D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE GLASCOW

Extrait du *Rapport du jury*

Les appareils d'éclairage électrique essayés à l'exposition de Glascow, au mois de septembre dernier, étaient les suivants :

1° Deux lampes de Mackenzie alimentées, la première par une machine dynamo-électrique de Gramme, la seconde par une machine Siemens ;

2° Quatre lampes du système Serrin-Lontin, avec une machine à division, de M. Lontin, à excitatrice séparée ;

3° Le système Brush représenté par : *a* une machine Brush alimentant seize lampes disposées en tension sur un même circuit, *b* une machine Brush d'un plus petit modèle et d'une puissance comparable à celle des appareils des autres exposants ;

4° Trois lampes de M. Crompton alimentées par trois machines Gramme.

Sur les quatre systèmes exposés, deux seulement acceptèrent le concours et les mesures que le jury devait effectuer, ce sont les systèmes Brush et Crompton.

Digitized by Google

Le système Crompton fut essayé le 29 octobre 1880, et des dispositions furent prises pour essayer le système Brush le 5 novembre, mais une lettre et une dépêche arrivées seulement le 4 au soir empêchèrent les expériences d'avoir lieu, bien que le comité ait fait de grands frais et dépensé une grande somme de travail pour préparer les appareils de mesure.

Nous ne pouvons donc extraire du rapport du jury que ce qui se rapporte aux expériences faites sur le système Crompton.

Les trois machines présentées par M. Crompton et fonctionnant avec ses régulateurs, ont été désignées par les numéros 1, 2 et 3.

Ce sont des machines dynamo-électriques de Gramme, type d'atelier ou type A, construites :

Le n° I par Emmerson Murgatroyd.

Le n° II par Sautter et Lemonnier.

Le n° III par Mignon et Ronart.

On mesura d'abord la résistance intérieure, voici les valeurs trouvées en ohms :

	I.	II.	III.
Pour la machine entière.	0,997	1,078	1,077
Pour l'anneau seulement	0.330	0,351	0,414

On mesura ensuite simultanément le travail dépensé par la machine, le courant produit et la puissance lumineuse en bougies (candle-standard).

Les mesures dynamométriques furent faites avec un dynamomètre décrit dans les *Proceedings of Mechanical engineers*, avril 1879, l'intensité du courant en webers avec un électro-dynamomètre de Siemens, la lumière produite fut mesurée *horizontalement*, mais M. Crompton fit remarquer avec juste raison, qu'avec les courants continus la plus grande intensité lumineuse se trouve à 60 degrés au-dessous de l'horizontale, et les chiffres obtenus ne représentent donc pas la puissance lumineuse de l'appareil dans les meilleures conditions.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

MESURES EFFECTUÉES.	I.	II.	III.	MOYENNES.
Travail total dépensé en chevaux . . .	3,67	5,03	4,30	4,34
Travail dépensé par le frottement, la machine étant en circuit ouvert . .	0,65	1,21	0,38	»
Travail net.	3,02	3,82	3,93	3,59
Intensité du courant en webers. . . .	29,56	31,79	34,59	31,96
Lumière produite en candles	2154	1956	2355	2158

Digitized by Google

Les mesures photométriques ont été effectuées avec un photomètre de Bunsen, construit par M. Sugg, et une lampe Carcel comme étalon, en prenant le rapport suivant :

1 Carcel = 9,4 candle-standard.

Le jury remarqua que le fil de cuivre des machines s'échauffait beaucoup mais non pas au point de compromettre l'isolement et que les lampes fournissaient une lumière remarquablement fixe. Le rapport est signé de MM. J. T. Bottomley, William Thomson, J. Hopkinson, William Wallace.

Nous ferons au sujet de ce rapport une simple réflexion. N'est-il pas singulier de voir une exposition dans laquelle, sur quatre concurrents, trois se dérobent, pour des raisons que nous n'avons pas à examiner ici, à l'examen d'un jury dont l'impartialité ne pouvait être un seul instant mise en doute? Espérons qu'à l'exposition de Paris nous n'aurons pas à enregistrer de semblables défections et que chacun tiendra à honneur de faire connaître, par des mesures précises et non plus par des appréciations vagues, les avantages économiques de son système. E. H.

LE DYNAMOMÈTRE OPTIQUE

DE M. LATCHINOFF

Lorsqu'on expérimente des machines magnéto ou dynamo-électriques, il est très important de connaître le travail absorbé par la machine

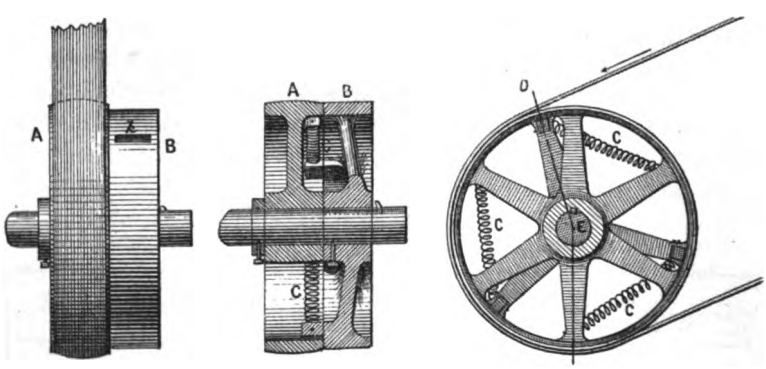


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Dynamomètre optique de M. Latchinoff. — Vue latérale, coupe longitudinale et élévation transversale.

seule, sans faire intervenir d'autres facteurs susceptibles d'affecter dans une mesure souvent importante la valeur de ce travail ; aussi

Digitized by Google

doit-on rejeter toutes les méthodes dites *de substitution* dès qu'il s'agit d'effectuer des mesures un peu précises.

Pour avoir la valeur du travail dépensé, il faut connaître la valeur de l'effort tangentiel et la vitesse du point d'application, vitesse très facile à calculer lorsqu'on connaît le nombre de tours de la machine. La difficulté réside surtout dans la mesure de l'effort tangentiel.

Dans quelques appareils, on mesure la différence de tension entre le brin conducteur et le brin conduit, dans quelques autres l'effort de la poulie motrice s'exerce sur l'arbre de la machine par l'intermédiaire d'un ressort dont la flexion donne la valeur de l'effort tangentiel. On a essayé plusieurs modes de transmission mécanique et même pneumatique pour lire exactement et à chaque instant la valeur de cette force.

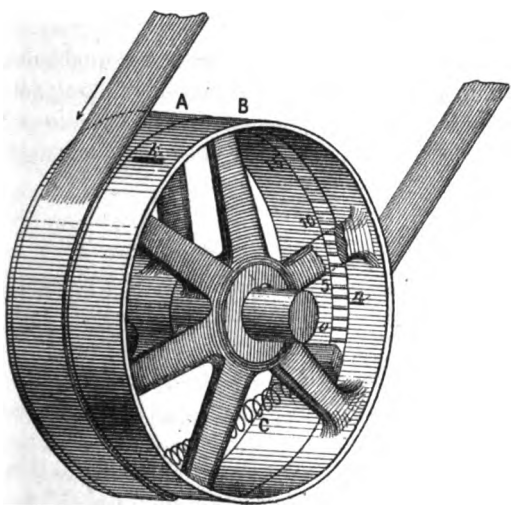


Fig. 4. — Dynamomètre de M. Latchinoff.

Le dynamomètre de M. Latchinoff présente cette particularité intéressante qu'il permet de lire *directement*, sur les poulies en mouvement, la valeur cherchée. Il est fondé sur le principe de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, et les figures 1, 2, 3, 4, qui le représentent en détail et que nous reproduisons d'après l'*Électricité russe*, permettent d'en saisir facilement le fonctionnement. Il se compose de deux poulies A,B, dont l'une A est clavetée sur l'arbre de la machine électrique dont on veut mesurer le travail, et dont l'autre B est folle sur l'arbre. Les deux poulies A et B sont reliées entre elles par trois ressorts en spirale C,C,C, qui relient les bras entre eux, et la poulie B porte une petite fente rectangulaire R dont nous allons voir à

Digitized by Google

l'instant l'usage. En temps ordinaire la courroie de transmission est sur la poulie clavetée B, et l'arbre est entraîné *directement* sans que le dynamomètre donne aucune indication. Lorsqu'on veut effectuer une expérience, on fait passer la courroie motrice sur la poulie A, l'arbre est alors entraîné par l'intermédiaire des ressorts C, et il en résulte un certain déplacement angulaire des deux pnulies, déplacement qui dépend de l'effort exercé sur l'arbre et du travail absorbé par la machine. La face intérieure de la jante de la poulie A porte une graduation établie une fois pour toutes et la face intérieure de la jante de la poulie B (fig. 4) un trait de repère *n*. En regardant par l'ouverture *R* placée à angle droit avec le trait de repère *n*, la graduation tracée sur la poulie A paraît fixe dans l'espace, à cause de la persistance des impressions sur la rétine; on n'a qu'à lire en face du trait *n*, la valeur de l'effort exercé en kilogrammes.

Le dynamomètre de M. Latchinoff est remarquablement simple et susceptible d'un grand nombre d'applications, plus particulièrement lorsque la machine dont on veut mesurer le travail tourne à de grandes vitesses, comme c'est le cas avec les machines dynamo-électriques.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 mars 1881.

La séance publique annuelle, présidée par M. Edm. Becquerel, a été consacrée à la proclamation des lauréats.

Voici en quels termes M. Becquerel a rappelé le prix Volta donné par l'Académie à M. Bell pour sa merveilleuse découverte du téléphone et la récompense de 3000 francs accordée à M. Ader pour ses travaux en téléphonie :

« La découverte de M. Graham Bell du téléphone magnéto-électrique articulant, qui transmet télégraphiquement la parole à distance, est certainement l'une des plus étonnantes et des plus originales de l'époque. Elle a révélé un fait scientifique nouveau, la mobilité de la distribution magnétique dans un aimant ainsi que celle de l'état électrique d'un fil voisin, lesquelles sont en rapport avec les mouvements si complexes que les modulations de la parole communiquent à une petite lame de fer servant d'armature à l'aimant. Aussi M. Graham Bell a-t-il reçu du gouvernement français, il y a un an, le

Digitized by Google

prix Volta, destiné à récompenser l'application la plus importante de l'électricité faite dans ces dernières années.

« Mais, quand il s'agit de transmettre la parole à de grandes distances, il faut que l'intensité des sons transmis soit suffisante et que l'articulation des mots ne cesse pas d'être distincte. C'est en vue de la solution de cette question que l'Académie avait proposé pour sujet du prix Vaillant le perfectionnement en quelque point important de la télégraphie phonétique.

« La Commission n'a pas trouvé que les résultats obtenus jusqu'ici fussent assez complets pour mériter le prix ; mais, parmi les personnes qui se sont efforcées de perfectionner les téléphones, elle a distingué M. Ader, auteur d'un certain nombre de dispositions téléphoniques des plus ingénieuses, qui révèlent une bonne entente des données scientifiques.

« L'Académie, d'après la proposition de la Commission, accorde à M. Ader une récompense pour l'encourager à poursuivre ses intéressantes recherches. »

Voici d'ailleurs, les termes du rapport de l'Académie.

Prix Vaillant (Commissaires : MM. Fizeau, du Moncel, Bréguet, Cornu, Ed. Becquerel rapporteur.)

L'Académie avait proposé la question suivante : *Perfectionner en quelque point important la télégraphie phonétique.*

Depuis la découverte du téléphone magnéto-électrique articulant par M. Graham Bell en 1876, on a cherché à perfectionner cet appareil si remarquable et à le rendre applicable à la télégraphie lorsqu'il s'agit de transmettre la parole à de grandes distances. Pour atteindre ce but, non seulement la transmission des sons doit se faire avec une intensité suffisante et l'articulation des mots doit être toujours distincte, mais encore il est nécessaire d'atténuer et même d'éliminer les effets d'induction produits par les fils voisins de ceux qui servent au téléphone et qui sont parcourus par les courants électriques des télégraphes.

Parmi les personnes qui se sont livrées à ces recherches, la Commission a distingué M. Ader, auteur d'un certain nombre de dispositions téléphoniques ingénieuses, dont plusieurs sont déjà mises en pratique. On peut signaler, entre autres, une disposition du transmetteur du téléphone à pile, et l'addition, dans le récepteur, d'une armature en fer doux permettant de renforcer l'action magnétique exercée sur la plaque mobile, et par suite d'accroître la puissance du téléphone.

Sans doute bien des travaux sont encore à faire dans cette voie, mais la Commission, désirant témoigner à M. Ader l'intérêt qu'elle a

Digitized by Google

pris à ses recherches, conduites avec une bonne entente des données scientifiques, et l'engager à poursuivre ses expériences, propose à l'Académie de lui accorder sur la valeur du prix Vaillant, et à titre de récompense, une somme de *trois mille francs*.

Cette proposition est adoptée. La question est retirée du concours.

Prix Dusgate. Ce prix, d'une valeur de *deux mille cinq cents francs*, doit être décerné tous les cinq ans à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Trois mémoires ont été présentés; l'un de M. *Onimus* intitulé : Mortifications de l'excitabilité des nerfs et des muscles après la mort.

Pour M. Onimus, l'électrisation des muscles au moyen de courants induits, saccadés, est le moyen qui doit inspirer le plus de confiance lorsqu'il s'agit de déterminer, dans un cas donné, si la mort est réelle ou apparente. La mort est réelle si la contractilité musculaire n'est plus mise en jeu dans aucune région du corps par ce mode d'électrisation.

La Commission partage la valeur du prix entre les trois mémoires et présente en première ligne M. Onimus pour un encouragement de *mille francs*.

Les conclusions du rapport sont adoptées.

Nous relevons dans le programme des prix proposés pour les années 1881, 1882, 1883 et 1884, les prix suivant, qui, par leur nature, peuvent être accordés à des travaux sur l'électricité.

Prix Montyon. — M. de Montyon a offert une rente sur l'État pour la fondation d'un prix annuel en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des arts mécaniques ou des sciences.

Le prix consiste en une médaille d'une valeur de *sept cents francs*.

Prix Bordin. — Question proposée pour l'année 1882 : « *Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.* »

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*. Les Mémoires destinés au concours seront reçus jusqu'au 1er juin 1882; ils deveront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur.

Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

Prix Trémont. — M. le baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des sciences une somme *annuelle de onze cents francs*, pour aider dans ses travaux tout savant,

Digitized by Google

ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France. »

Un décret, en date du 8 septembre 1856, a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de l'année 1881, elle accordera la somme provenant du legs Frémont à titre d'encouragement, à tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

Prix Jérome Ponti — M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérome Ponti, a fait donnation, par acte notarié du 11 janvier 1879, d'une somme de *soixante mille livres* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les sciences et aider à leurs progrès ».

Un décret en date du 15 avril 1879 a autorisé l'Académie des sciences à accepter cette donation; elle annonce, en conséquence, qu'elle décernera le prix Jérome Ponti, *tous les deux ans* à partir de l'année 1882.

Le prix, de la valeur de *trois mille cinq cents francs*, sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour les sciences.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au premier juin.

Séance du 21 mars 1881.

M. *Mercadier* a présenté une note sur la radiophonie produite à l'aide du sélénium. Le premier article de notre numéro est la description complète des appareils et des expériences de M. Mercadier sur ce sujet, dont les conclusions seules ont fait l'objet de la note présentée à l'Académie. Nous renvoyons le lecteur à cet article et nous reproduisons *in extenso* les deux notes suivantes :

Sur la force électro-motrice de l'arc voltaïque.
Note de M. F.-P. Le Roux présentée par M. Edm. Becquerel.

« Quand un flux électrique est établi entre deux conducteurs de même nature par l'intermédiaire d'un milieu gazeux, qui est ordinairement la vapeur émise par leur substance, l'inégalité de température des portions de ces conducteurs qui sont contiguës à ce milieu paraît

Digitized by Google

un fait général. Il semble non moins général que l'extrémité par laquelle arrive l'électricité positive possède la température la plus élevée. C'est ce qu'on observe à un degré très remarquable lors de la production de l'arc voltaïque entre deux charbons au moyen d'un courant de sens constant, tel que celui d'une pile.

« L'idée d'attribuer à ce phénomène une origine thermo-électrique est déjà ancienne; on la trouve mentionnée dans les Cours de Verdet. D'après l'application du principe de l'équivalence de la chaleur aux phénomènes électriques, telle qu'elle résulte des travaux de MM. Helmholtz, Clausius et W. Thomson, à un dégagement de chaleur au point de jonction de deux substances hétérogènes correspond une force électromotrice agissant en sens inverse du courant. M. Edlund a fait remarquer, il y a déjà longtemps, que l'hypothèse de la résistance de l'arc voltaïque considéré uniquement comme un conducteur, ne suffisait pas pour rendre compte de la diminution d'intensité qu'il fait éprouver au courant de la pile. Tout récemment, M. Joubert (*Comptes rendus*, juillet 1880), au cours de ses si intéressantes recherches sur les machines magnéto-électriques, est arrivé à cette conclusion que la résistance de l'arc était très faible, que la différence de potentiel qui existe entre les deux charbons était due pour la plus grande partie à une force électromotrice résultant d'un phénomène de polarisation dont il réserve l'explication.

« J'ai eu autrefois (*Comptes rendus*, 1867 et 1868) l'occasion de reprendre l'expérience de M. Wartmann, qui montre que, si l'on suspend pendant une fraction de seconde très appréciable, même 1/10, le passage du courant, on peut, en le rétablissant, voir l'arc se produire à nouveau sans qu'on ait besoin de ramener les charbons au contact. Ce fait s'explique très bien si l'on songe que la vapeur de carbone, qui, selon moi, constitue principalement l'arc, peut persister quelque temps encore après la cessation du courant, et aussi que les gaz chauds qui baignent les charbons sont conducteurs, comme l'a montré M. Edm. Becquerel.

« Etant admis que du passage du courant résulte entre les deux charbons une différence de potentiel, cette différence doit subsister un certain temps après que le courant a cessé, et, du moment qu'il existe entre les charbons encore chauds un milieu conducteur, on doit pouvoir manifester au galvanomètre cette différence de potentiel. J'avais, autrefois, essayé de la mettre en évidence au moyen d'une sorte de double roue interruptrice, analogue à la roue distributrice que j'avais employée pour faire passer par intermittences le courant d'une pile entre deux foyers; mais ce genre d'appareils donne lieu à des difficultés spéciales.

Digitized by Google

« Il m'a paru plus démonstratif de n'employer qu'un seul contact, opéré à la main, après l'interruption du courant de la pile. Avec un galvanomètre à grande résistance, on peut de cette manière, même 2/10 environ de seconde après la cessation du courant de la pile mettre en évidence l'existence de cette force électromotrice inverse. On peut réussir avec une distance des charbons de plusieurs millimètres, mais les effets sont d'autant plus marqués que l'arc est plus court au moment de la cessation du courant principal. L'expérience réussit également, bien que les charbons soient, dans l'air ou dans l'œuf électrique, au degré de vide de nos machines à pistons.

« Des phénomènes du même genre se produisent entre deux tiges de platine. Je crois que c'est bien là un phénomène thermo-électrique. Le charbon serait positif par rapport à sa vapeur, à un degré croissant avec la même température. »

Sifflement de l'arc voltaïque. Note de M. A. Niaudet, présentée par M. Jamin.

« L'arc voltaïque fait souvent entendre un sifflement, qui, dans certaines circonstances, peut devenir un bruit intense. Ce phénomène n'a guère attiré jusqu'ici l'attention des physiciens. On va voir qu'il faut en tenir grand compte dans toutes les mesures qu'on peut prendre sur l'arc. L'étude que nous en avons faite a été rendue facile par l'emploi du galvanomètre de M. Deprez. Cet instrument, connu de l'Académie, peut être construit de deux manières différentes.

« On peut le faire avec du fil très gros et un très petit nombre de spires, auquel cas sa résistance est très faible et il peut servir à la mesure des intensités ; s'il est étalonné au préalable, il donne les intensités en mesures absolues, en webers.

« On peut aussi le faire avec du fil très fin et un grand nombre de spires, auquel cas il a une résistance considérable (450 ohms par exemple) et peut servir à la mesure des forces électromotrices ou des différences de potentiel entre deux points d'un circuit ; s'il est étalonné convenablement, il donne ces potentiels en unités absolues, en volts.

« Si l'on place, comme l'a fait M. Deprez, un galvanomètre d'intensités dans le circuit général, et un galvanomètre de potentiels en dérivation par rapport à l'arc voltaïque, on peut suivre les variations qui se produisent. Elles sont révélées d'une manière instantanée.

« Ce procédé d'examen nous a fait reconnaître le fait suivant :

« La différence de potentiel entre les deux charbons a deux valeurs

Digitized by Google

notablement différentes, l'une plus grande quand l'arc est silencieux, l'autre plus petite quand l'arc siffle.

« L'aiguille du galvanomètre saute brusquement et sans transition d'une région à une autre quand le silence s'établit ou cesse. Si on la suit de l'œil en même temps qu'on prête l'oreille, on voit les moindres bruits, les plus momentanés, se traduire par un saut de l'aiguille. Au contraire, quand le silence est bien établi, l'aiguille peut se tenir tranquille pendant un temps assez long. Il va sans dire que, aux changements qui surviennent dans le potentiel de l'arc, répondent des variations en sens inverse de l'intensité du courant général. Voici les résultats d'une expérience prise parmi d'autres. Nous opérions avec une machine dont les électro-aimants étaient excités par une autre, de sorte que nous nous trouvions dans les mêmes conditions qu'avec une machine magnéto-électrique ou avec une pile.

Intensité en webers.	Différence de potentiel en volts.	
34	54,3	Silence.
36	43	Sifflement.
34	49	Silence.
43	41,4	Sifflement.
38,1	49	Silence.

« Une théorie complète de l'arc voltaïque devra rendre compte de ce phénomène singulier. »

Séance du 28 *mars* 1881.

M. E. Duchemin adresse une Note sur un système de compensateurs magnétiques, circulaires ou annulaires, pour la correction des boussoles et des compas de mer.

M. Cornu présente une note de M. G. Chaperon sur un *Essai d'application du principe de Carnot aux actions électro-chimiques*. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette étude que nous nous contentons de signaler aujourd'hui.

M. E. Mercadier présente une note sur la construction de récepteurs photophoniques *à sélénium*. Nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer le lecteur aux premières pages de ce numéro dans lequel se trouvent minutieusement décrites toutes les expériences par l'auteur lui même.

Signalons enfin une note de M. A. Gaiffe : *Sur les causes perturbatrices de la transmission téléphonique*. M. Gaiffe a fait ses expériences sur une ligne de 20 mètres de longueur, constituée par des conducteurs souples pour éviter, autant que possible, les transmissions méca-

Digitized by Google

niques. Il a constaté que le courant naissant sous l'influence du frottement de deux fils, de même nature ou de nature différente, le courant produit par le serrage d'une vis de pression réunissant deux parties du conducteur, s'entendent dans le téléphone. On rend le phénomène très énergique en terminant l'un des fils de la ligne par une lime, l'autre par une tige métallique, et en frottant la tige sur la lime. On entend alors très distinctement dans le téléphone le bruit de la lime mordant le métal.

Les ligatures des lignes entre elles et avec les tendeurs pourraient donc produire des sons qu'on pourrait d'ailleurs faire disparaître en remplaçant les ligatures simples par des soudures.

Une cause plus grave provient des courants naissant sous l'influence des vibrations du fil lui-même. Une baguette de fer de 1.50 de longueur, reliée par ses extrémités aux conducteurs souples et vibrant transversalement ou longitudinalement, sous l'influence de chocs, donna dans les téléphones reliés aux fils souples des sons très nets. Des baguettes de cuivre et de laiton n'ont donné que des résultats négatifs.

Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus par M. Ader il y a plus d'un an dans ses expériences téléphoniques. M. Ader est parvenu à construire un téléphone transmetteur dans lequel l'origine des courants produits paraît être la même que celle des expériences de M. Gaiffe. Nous y reviendrons dans notre prochain numéro. M. Gaiffe ne sait pas si ces effets sont dus à un changement moléculaire subi par le métal ou à une action inductrice particulière.

Voici les conclusions de la note :

« Si, comme cela est probable, les vibrations causées par le vent agissent sur les lignes de fil de fer, comme les chocs sur une baguette de faible longueur, il paraît difficile de correspondre, à de grandes distances, avec le matériel existant, tant qu'on n'aura pas trouvé le moyen de faire parler les téléphones à l'aide d'actions électriques assez énergiques pour que les courants naissant dans la ligne même ne puissent plus être une cause de trouble appréciable. »

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE.

Séance du 18 *mars* 1881.

M. *Cornu* communique à la Société les résultats de ses recherches sur la mesure du pouvoir intrinsèque des flammes. Nous aurons l'occasion de décrire l'appareil employé par le savant président de la

Digitized by Google

Société de physique et d'en étudier l'application à l'éclairage électrique.

M. *Baillehache* présente un télégraphe imprimeur à cadran. Le manipulateur est un inverseur, chaque lettre est donc successivement produite par un courant positif ou négatif, l'impression se produit par interruption de courant sur une bande de toile qui avance ensuite d'une lettre lorsque le courant est établi de nouveau par la transmission des lettres suivantes. C'est avec cet appareil que le Crédit Lyonnais envoie chaque jour le cours de la Bourse, *simultanément*, à ses dix-sept bureaux de quartier actuellement en activité.

Séance du 1er avril 1881.

M. *Mercadier* présente les résultats de ses recherches sur la radiaphonie produite à l'aide du sélénium.

M. *Mascart* présente un électromètre enregistreur et un magnétomètre dont nous donnerons prochainement une description complète.

M. *de Mersanne* présente une lampe électrique à arc voltaïque, à mouvement d'horlogerie et à longue durée d'éclairage. Le système est établi pour des courants alternatifs et le réglage s'obtient par une bobine de dérivation et un électro-aimant qui maintiennent l'arc constant en réagissant sur le mouvement d'horlogerie qui commande le défilement des charbons.

M. *Cornu* rappelle que la séance annuelle de Pâques est fixée au 20 avril et fait appel au concours de tous les membres de la Société pour donner à cette séance un éclat et un intérêt tout particuliers.

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ

Le Congrès international des électriciens et l'Exposition internationale d'électricité seront sans contredits les événements électriques les plus importants de l'année. Nous reproduisons dans notre supplément l'ensemble des documents officiels publiés jusqu'ici sur ce concours qui nous ménage tant de merveilleuses surprises.

En dehors de ces documents, nous avons, pour le moment, peu de nouvelles à donner, et peu d'indiscrétions à commettre.

Les demandes affluent et la place fait déjà défaut.

Le délai pour les demandes d'admission primitivement fixé au 31 mars est prolongé jusqu'au 15 avril. M. Johnston a offert au Congrès un prix de vingt-cinq livres destiné à l'auteur du meilleur mémoire

Digitized by Google

ou du travail le plus complet concernant la nature de l'électricité. M. Berger a remercié M. Johnston et lui a fait savoir qu'il communiquerait la lettre de M. Johnston au Congrès dès sa première séance le 15 septembre 1881.

Toutes nos mesures sont prises pour tenir nos lecteurs au courant des faits nouveaux qui pourront se produire, et pour donner un compte rendu exact et complet des inventions et des progrès de la science électrique dont notre revue fera connaître l'état actuel en montrant, pour chacune d'elles, le chemin parcouru depuis les premières recherches et les premiers travaux.

FAITS DIVERS

A l'occasion du Congrès médical international, il se tiendra à Londres, du 16 juillet au 13 août, une exposition de médecine et d'hygiène, sous la présidence de M. John Eric Erichsen. Cette exposition intéresse les électriciens de tous les pays, puisque la classe 4 de la section de médecine est consacrée spécialement et exclusivement aux instruments et appareils électriques, et que la classe 3 de la section d'hygiène publique doit renfermer les appareils de ventilation et d'éclairage. Les moteurs électriques se prêtent très bien à la manœuvre des ventilateurs placés à distance de la machine motrice et, à ce point de vue, l'électricité pourra jouer un rôle important dans la ventilation de nos grands édifices publics.

— Nous avons assisté, mercredi 30 mars, à de très intéressantes expériences faites dans la salle de l'Athœneum, avec le système Werdermann, dans le but de montrer que l'éclairage électrique, et plus spécialement l'éclairage par incandescence se pliait facilement à toutes les exigences de la salle et de la scène d'une salle de spectacle. L'épouvantable incendie du théâtre de Nice et celui plus récent du théâtre de Montpellier, rendent la question plus actuelle que jamais et, sous réserves du point de vue économique, d'une grande importance, mais qui demande un examen sérieux et approfondi, le problème nous paraît aujourd'hui résolu. Avant quelques années, l'éclairage électrique saura s'imposer et triompher des derniers obstacles.

— Une Société d'électriciens est actuellement en voie de formation en Espagne, ce qui portera à six le nombre de sociétés exclusivement consacrée à l'étude et aux progrès de l'électricité dans le monde entier. Les sociétés électriques déjà existantes ont leurs sièges sociaux établis à Londres, Berlin, Saint-Pétersbourg, Chicago et New-York. Il conviendrait d'y joindre la Chambre syndicale d'électricité de Paris, dont M. H. Fontaine est le président, fondée dans un but plus industriel que scientifique, pour défendre les intérêts des constructeurs électriciens.

Digitized by Google

LISTE DES BREVETS D'INVENTION

RELATIFS A L'ÉLECTRICITÉ PRIS EN FRANCE EN JANVIER 1881

---

3. — CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS.

1. *Voie.* — 140463. **Ducousso.** Sonnerie d'annonces des trains en marche, 3 janvier. — 140552. **Leblanc** et **Loiseau.** Nouveau système de signal électrique et automatique destiné à servir de block-système, etc. 10 janvier. — 140581. **Kemhadjiem.** Appareil électrique pour la sûreté des trains en marche, 12 janvier. — 140790 **Floremtin** et **Müller.** Système d'avertisseur électro-automatique susceptible d'être employé sur les chemins de fer pour l'annonce de la marche des trains aux gares, etc. 25 janvier.

3. *Voitures et accessoires.* — 140768. **Duvault.** Nouvel appareil dit : signal d'alarme, 26 janvier.

8. — MINES ET MÉTALLURGIE.

1. *Exploitation des mines et minières.* — 140516. **Mathieu.** Appareil électro-magnétique servant à ouvrir les lampes de mineur avec fermeture de sûreté, 11 janvier. — 140572, **de la Roche.** Système d'appareil électrique transmetteur à distance des pressions barométriques et autres.

10. — CARROSSERIE.

4. *Compteurs.* — 140526. **de Quintana.** Système de compteur électrique donnant le nombre de voyageurs qui montent dans une voiture de tramway, 8 janvier.

12. — INSTRUMENTS DE PRÉCISION.

1. *Horlogerie.* — 140496. **Reynier.** Perfectionnement aux piles électriques pour horlogerie, 5 janvier.

2. *Appareils de physique et de chimie.* — 140464. **Klinkerfues.** Boussole météorologique, 3 janvier. — 140519. **Lacombe.** Moyens et procédés pour fabriquer conomiquement les charbons électriques, 7 janvier. — 140546. **Tabourin.** Système d'éclairage à la lumière électrique dit pneumo-électrique, 5 janvier. — 140642. **Félix.** Perfectionnements apportés à l'application des machines électriques comme moteurs, 15 janvier. — 140643. **Maxim.** Perfectionnements dans les appareils d'éclairage électrique, 17 janvier. — 140650. **Nichols.** Perfectionnements aux appareils à lumière électrique, 17 janvier. — 140654. **Justice.** Perfectionnements dans l'éclairage électrique, 17 janvier. — 140660. **Gordon.** Perfectionnements dans les machines dynamo-électriques pour l'éclairage électrique, 18 janvier. — 140702. **Le Blanc, Napoli** et **Pinaud.** Nouvelle lampe electrique à incandescence, 20 janvier.

4. *Télégraphie.* — 140690. **Bert** et **d'Arsonval.** Microphone à contacts multiples en surface, 19 janvier. — 140665. **Chamoroy.** Télégrahe électro-photographique, 18 janvier. — 140721. **Tommasi.** Télégraphe duplex, système Tommasi, 21 janvier. — 140805. **Konigslieb.** Emploi d'une table d'harmonie aux téléphones afin d'augmenter et de rendre plus claire la transmission des sons, 28 janvier.

16. HABILLEMENT.

3. *Parapluies, cannes, éventails.* — 140595. **Revel,** père et fils. Application de l'aimantation ou force magnétique aux parapluies, ombrelles, en cas, parasols, etc. 15 janvier.

2835. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

SUPPLÉMENT DE L'ÉLECTRICIEN
N° 1. — 15 Avril 1881.

CONGRÈS INTERNATIONAL
DES ÉLECTRICIENS

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ

PARIS — 1881

DOCUMENTS OFFICIELS

PUBLIÉS A LA DATE DU 1er AVRIL 1881

I. — Rapport au Président de la République et Décret.

II. — Décret nommant la Commission d'organisation.

III. — Règlement général. — Modèle de demande.

IV. — Lettre du Commissaire général concernant les collections bibliographiques et les collections rétrospectives d'appareils.

V. — Avis concernant :

1° Le transport sur le réseau des chemins de fer français des colis destinés a l'Exposition ;

2° Les dispositions prises par l'administration française des douanes en faveur des objets de provenances étrangères.

VI. — Comité technique.

VII. — Circulaire du Ministre de l'instruction publique aux Présidents des Sociétés savantes.

VIII. — Classification générale.

IX. — Liste des membres étrangers.

Digitized by Google

MINISTÈRE DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

I

RAPPORT AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE

Monsieur le Président. Des découvertes importantes et inattendues ont récemment appelé d'une façon particulière l'attention publique sur tout ce qui concerne l'électricité; en même temps, l'industrie, s'emparant de ces conquêtes de la science, a depuis quelques années multiplié leurs applications dans toutes les branches; aujourd'hui aucune science ne semble devoir, plus que la science électrique, réaliser de rapides progrès, résoudre des problèmes intéressant la vie économique des nations, et rendre enfin à toutes nos relations d'inappréciables services.

L'électricité est restée longtemps un agent capricieux, inconstant, difficile à maîtriser, impossible à utiliser : avant Volta on constatait son action; on ne pouvait ni l'expliquer, ni la produire, ni, à plus forte raison, la mesurer.

La découverte de la pile et les perfectionnements que celle-ci a bientôt reçus, les travaux d'Ampère et d'Arago sur les courants et leur action magnétique, les recherches de Faraday sur l'induction, ont ouvert des voies nouvelles et fécondes dans lesquelles le progrès ne s'est plus arrêté.

La pile et l'action magnétique des courants ont créé la télégraphie. Le développement de la télégraphie a dégagé les phénomènes électriques des obscurités qui les entouraient. C'est, en effet, sur les câbles sous-marins qu'il a été possible d'étudier et de découvrir les lois suivant lesquelles l'action électrique se développe et se propage.

L'électricité est une force. A mesure qu'on a appris à la connaître, on l'a rencontrée partout, tantôt cause, tantôt effet, dans les phénomènes physiques, chimiques, mécaniques et organiques. On a aujourd'hui différents moyens de la produire. On la mesure et on l'applique aux usages les plus divers. Elle a cette propriété particulière que ses effets peuvent se transmettre par des conducteurs métalliques plus facilement et plus loin que ne peuvent le faire ceux de la vapeur par les intermédiaires mécaniques.

Elle ne se borne plus à envoyer à distance des signes télégraphiques; elle reproduit les sons et la parole elle-même. Elle contribue à la sécurité de l'exploitation des chemins de fer; l'agriculture et la marine lui doivent des indications météorologiques de plus en plus utiles; elle éclaire les rues, les places publiques, les magasins, les ateliers. Elle devient pour les arts et l'industrie un auxiliaire universel.

Les savants et les industriels cherchent aujourd'hui, dans tous les pays du monde, à perfectionner les moyens de produire et d'utiliser la force nouvelle. Les résultats obtenus sont déjà considérables et nombreux, mais souvent encore insuffisants ou incomplets. Il y aurait grand intérêt à préciser l'état de la science électrique et de ses applications, à rapprocher et à comparer les procédés de recherches, afin d'imprimer aux efforts faits de toutes parts une direction qui les facilite et assure leur succès.

Les expositions internationales et les congrès scientifiques qui les complètent si utilement ont permis de montrer les applications pratiques à côté de la théorie. C'est ce qui nous conduit à vous proposer de réunir un congrès international d'électriciens et d'autoriser simultanément une exposition internationale d'électricité, qui sera,

Digitized by Google

pour ainsi dire, le laboratoire du congrès. Cette exposition comprendra tout ce qui concerne l'électricité : elle réunira les appareils de toute nature et de toute provenance servant à la faire naître, à la propager et à l'utiliser.

Le congrès convoqué par le Gouvernement français appellera à Paris les électriciens les plus illustres. Ces représentants de la science merveilleuse qui vient à peine de révéler l'immensité de ses ressources et qui déconcerte l'esprit par ses surprises incessantes, discuteront les résultats acquis et les idées nouvellement émises ; ils grouperont et coordonneront leurs forces afin d'utiliser sûrement les observations faites dans chaque contrée et de s'aider mutuellement dans leurs investigations futures.

Les nations étrangères conviées par la France saisiront avec empressement cette occasion de codifier, pour ainsi dire, la science électrique, et d'en sonder les profondeurs. Elles sauront gré au Gouvernement de la République française de s'être fait le promoteur d'une manifestation scientifique dont l'opportunité ne paraît pas contestable, et qui aura pour corollaire l'exposition internationale d'électricité.

Le congrès doit être l'œuvre du Gouvernement, car lui seul peut donner à l'entreprise le caractère d'indépendance qui est la condition essentielle du succès. Quant à l'exposition, elle sera facilement organisée par l'initiative privée. Le patronage et le concours bienveillant de l'État lui seront toutefois assurés et le palais des Champs-Élysées sera mis gratuitement à la disposition de ses organisateurs.

L'action du Gouvernement se complétera par l'intermédiaire d'un commissaire général qui aura à la fois la mission d'assurer, sous notre direction, le fonctionnement du congrès et de surveiller les services généraux de l'exposition.

Le Gouvernement désignera les membres français du congrès : la science officielle, l'industrie, les sociétés savantes de Paris et des départements y auront leurs représentants. Si la présidence d'un congrès appartient par tradition au pays où la réunion a lieu, la moitié des vice-présidences sera, par contre, réservée aux invités de la France.

L'exposition internationale d'électricité sera ouverte le 1er août 1881 et close le 15 novembre suivant.

Les travaux du congrès international des électriciens commenceront le 15 septembre 1881, dans les salles du palais du Trocadéro.

Le département dont relève le service des télégraphes est le plus directement intéressé dans la question. Son personnel prend une grande part à tout ce qui concerne l'électricité ; il en étudie les diverses découvertes et en prépare les applications. Il est en relation avec tous les électriciens des divers pays. La télégraphie elle-même recueillera un grand profit de l'exposition et du congrès ; elle pourra y puiser de larges améliorations.

C'est dans cette pensée que j'ai fait préparer le projet de décret ci-joint et j'ai l'honneur de le soumettre à votre haute approbation.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de mon respectueux dévouement.

Le Ministre des postes et des télégraphes,

AD. COCHERY.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre des postes et des télégraphes, Décrète :

ARTICLE 1er Un congrès international des électriciens sera ouvert à Paris le 15 septembre 1881, sous la présidence du Ministre des postes et des télégraphes.

ART. 2. Trois vice-présidents seront choisis parmi les membres français et trois parmi les membres étrangers du congrès.

ART. 3. Les ministres du gouvernement de la République française et les ministres des gouvernements étrangers qui participeront au congrès international sont membres de droit du congrès.

Digitized by Google

Art. 4. Le palais des Champs-Élysées sera mis gratuitement à la disposition de la commission privée autorisée par le Gouvernement à organiser, à ses frais, risques et périls, une exposition internationale d'électricité du 1er août au 15 novembre 1881.

Art. 5. L'exposition internationale d'électricité est placée sous le patronage de l'État.

Art. 6. Le règlement de l'exposition internationale d'électricité sera soumis à l'approbation du Gouvernement, qui nommera le commissaire général.

Art. 7. Le Ministre des postes et des télégraphes, le Ministre des affaires étrangères et le Ministre des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 23 octobre 1880.

JULES GRÉVY.

Par le Président de la République :

Le Ministre des postes et des télégraphes,

Ad. Cochery.

Le Ministre des affaires étrangères,

B. Saint-Hilaire.

Le Ministre des travaux publics,

Sadi Carnot.

Par décret en date du 24 octobre 1880, rendu sur la proposition du Ministre des postes et des télégraphes, M. Georges Berger, ancien directeur général des sections étrangères à l'Exposition universelle de 1878, a été nommé commissaire général du congrès international des électriciens et de l'exposition internationale d'électricité.

II

DÉCRET NOMMANT LA COMMISSION D'ORGANISATION

Le Président de la République française,

Vu le décret du 23 octobre 1880 qui autorise, pour l'année 1881, l'organisation d'une exposition internationale d'électricité dans le palais des Champs-Élysées, décrète :

Article premier. Il est institué, sous la présidence du Ministre des postes et des élégraphes, une commission consultative qui sera appelée à délibérer sur les questions concernant l'Exposition internationale d'électricité.

Art. 2. Sont nommés membres de cette Commission, Messieurs :

Le vice-amiral Pothuau, sénateur, *vice-président.*

Tisserenc de Bort, sénateur, *vice-président.*

Brisson, vice-président de la Chambre des députés, *vice-président.*

Le comte F. de Lesseps, membre de l'Institut, *vice-président.*

Le compte Horace de Choiseul, député, sous-secrétaire d'État au Ministère des

Digitized by Google

affaires étrangères. — Wilson, député, sous-secrétaire d'État au Ministère des finances. — Turquet, député, sous-secrétaire d'État au Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts. — Raynal, député, sous-secrétaire d'État au Ministère des travaux publics. — Carnot, père, sénateur. — Cuvinot, sénateur, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Dupuy de Lôme, sénateur, membre de l'Institut, inspecteur général du génie maritime en retraite. — Hébrard, sénateur. — Parent (N.-E.), sénateur. — Robin (Ch.), sénateur, membre de l'Institut, professeur à la Faculté de médecine. — Bert (Paul), député. — Crozet-Fourneyron, député. — Develle (Eure), député. — Girardin (Émile de), député. — Héault (Alfred), député. — Mestreau (Frédéric), député. — Naquet, député. — Proust (Antonin), député. — Reymond (Francisque), député. — Rouvier (Maurice), député. — Becquerel (Edmond), membre de l'Institut, président de l'Académie des sciences. — Berthelot, membre de l'Institut. — Bréguet (Louis), membre de l'Institut et du Bureau des longitudes. — Cornu, membre de l'Institut. — Daubrée, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, directeur de l'École nationale des mines. — Dumas (J.-B.), de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. — Faye, membre de l'Institut, inspecteur général de l'Université, président du Bureau des longitudes. — Garnier (Charles), membre de l'Institut. — Hervé-Mangon, membre de l'Institut, directeur du Conservatoire national des arts et métiers. — Janin, membre de l'Institut. — Lalanne (Léon), membre de l'Institut, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur de l'École. — Le contre-amiral Mouchez, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire de Paris. — Le colonel Perrier, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes. — Wurtz, membre de l'Institut. — About (E.), publiciste, directeur du journal *le XIXe siècle*. — Allard, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur général du service central des phares. — Alphand, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur des travaux de la ville de Paris. — Bapst (J.), directeur du *Journal des Débats*. — Baron (H.), inspecteur général des postes et des télégraphes. — Barral (J.-A.), secrétaire perpétuel de la Société nationale d'agriculture. — Bergon (Louis), administrateur du service technique au Ministère des postes et des télégraphes. — Blavier, directeur-ingénieur des postes et des télégraphes, directeur de l'École supérieure de télégraphie. — Bouilhet, vice-président de la Société de l'Union centrale des beaux-arts appliqués à l'industrie. — Cernesson, président du Conseil municipal de Paris. — Charmes (Xavier), chef de la division du secrétariat au Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts. — Delaître, directeur de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — Demachy, régent de la Banque de France. — Denion du Pin, administrateur des Messageries nationales. — Dietz-Monin, membre de la Chambre de commerce de Paris. — Dumont, directeur de l'enseignement supérieur au Ministère de l'instruction publique et des beaux-arts. — Durrieu, président de la Société générale de crédit industriel et commercial. — Le général Gallinard, commandant l'École polytechnique. — Gendarme de Bévotte, inspecteur général des ponts et chaussées, président de section au Conseil d'État. — Graeff, inspecteur général des ponts et chaussées, vice-président du conseil général des ponts et chaussées. — Guichard (Jules), administrateur de la Compagnie universelle du canal de Suez. — Huvot, ingénieur au corps des mines, directeur des chemins de fer du Midi. — Jacquin, directeur de la Compagnie des chemins de fer de l'Est. — Jourde, publiciste, directeur du journal *le Siècle*. — Mantion, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef des travaux et de la surveillance du chemin de fer du Nord. — Mascart (E.), professeur au Collège de France, directeur du Bureau central météorologique, président de la Société française de physique. — Ménier (Henri), manufacturier. — Noblemaire (G.), ingénieur des mines, directeur de l'exploitation des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. — Le général baron de Saint-Cyr-Nugues, commandant le département de Seine-et-Oise et la place de Versailles, inspecteur général de la télégraphie militaire, président de la commission de télégraphie militaire. — Le général Pittié, chef de la maison militaire du Président de la République, secrétaire général de la Présidence. — Planté (Gaston), électricien. — Reinach (J. de), banquier. — Le baron Alphonse de Rothschild, régent de la Banque de France. — Le baron Gustave de Rothschild. — de Sourdeval, président de la Société générale d'électricité. — Sévène, in-

Digitized by Google

génieur en chef des ponts et chaussées, directeur de la Compagnie des chemins de fer d'Orléans. — Tissandier (Gaston), publiciste. — Vaucorbeil, directeur de l'Académie nationale de musique. — Cochery (Georges), directeur du cabinet et du service central au Ministère des postes et des télégraphes, secrétaire.

Art. 3. Le Ministre des postes et des télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 26 novembre 1880.

JULES GRÉVY.

Par le Président de la République :

Le Ministre des postes et des télégraphes,

Ad. Cochery.

Ont été nommés ultérieurement, Messieurs : Le docteur Herz, électricien. — Le comte du Moncel, membre de l'Institut. — Foucher de Careil, sénateur. — Lesguiller (Jules), directeur des chemins de fer de l'État. — Vulpian, membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, doyen de la Faculté de médecine de Paris. — Gavarret, vice-président de l'Académie de médecine, professeur de la Faculté. — Le docteur Onimus.

III

RÈGLEMENT GÉNÉRAL

I. — Dispositions générales.

Article premier. L'Exposition internationale d'électricité, autorisée par décret du 23 octobre 1880, sera ouverte à Paris dans le palais des Champs-Élysées, du 1er août 1881 au 15 novembre 1881.

Art. 2. Une Commission, nommée par décret du 26 novembre 1880, et placée sous la présidence du Ministre des Postes et des Télégraphes, sera consultée sur les mesures relatives à l'organisation générale de l'Exposition internationale d'électricité.

Art. 3. Les fonds nécessaires à l'organisation et au fonctionnement de l'Exposition seront fournis au moyen des subventions que l'État pourrait accorder, et par une association de garantie dont les membres souscripteurs se sont interdit tout partage de bénéfices après remboursement de leurs versements avec intérêts de 4 pour 100.

Lors de la liquidation des comptes de l'Exposition, après défalcation des remboursements dus aux souscripteurs du capital de garantie, les bénéfices acquis seront laissés à la disposition de l'État, qui, sur les propositions de la Commission d'organisation, en fera profiter les œuvres scientifiques d'intérêt public.

Art. 4. Un Comité technique et un Comité des finances seront constitués. Le Comité technique sera composé de membres de la Commission d'organisation, auxquels un arrêté ministériel pourra adjoindre des personnes étrangères à cette Commission. Le Comité des finances sera composé de membres de la Commission d'organisation et de membres de l'association de garantie.

Art. 5. Le Commissaire général, nommé par décret du 24 octobre 1880, est chargé d'exécuter, sous la haute autorité du Ministre des Postes et des Télégraphes, les

Digitized by Google

décisions prises. Le Commissaire général a la direction du personnel administratif.

Art. 6. Le Commissaire général ou, en son absence, le secrétaire du Commissariat général, assiste de droit aux séances de la Commission d'organisation et des Comités, avec voix consultative.

Art. 7. Les pays étrangers qui auront adhéré à l'Exposition internationale d'électricité seront invités à désigner des Commissaires spéciaux. Ces derniers correspondront directement avec le Commissaire général français.

II. — Admission. — Classification.

Art. 8. Les demandes d'admission étrangères et françaises, rédigées autant que possible suivant le modèle annexé au présent règlement, devront être parvenues au Commissaire général à Paris, le 31 mars 1881, au plus tard.

Art. 9. Le Comité technique sera appelé à statuer en dernier ressort sur les demandes françaises d'admission.

Art. 10. Le Commissaire général notifiera, avant le 15 mai 1881, aux exposants l'avis de leur admission ainsi que l'étendue et la localisation de l'espace accordé à chacun d'eux.

Art. 11. Les Commissaires étrangers auront la faculté de demander et de recevoir en bloc les espaces nécessaires aux installations de leurs nationaux.

Les demandes cumulatives des Commissaires étrangers devront être parvenues au Commissaire général avant le 31 mars 1881. Les plans généraux d'installation des locaux accordés à la suite de ces demandes cumulatives devront être soumis à l'approbation du Commissaire général.

Art. 12. Les exposants étrangers appartenant à des pays qui n'auront pas nommé de Commissaires spéciaux pourront correspondre directement avec le Commissaire général français.

Art. 13. Des formules imprimées de demandes d'admission sont tenues à la disposition des intéressés :

Au Ministère des Postes et des Télégraphes, rue de Grenelle-Saint-Germain, 101;

Au siège du Commissariat général, palais des Champs-Élysées, porte n° IV;

Aux sièges des Chambres de commerce et des Sociétés savantes de Paris et des départements.

Art. 14. Les principaux objets admis à être présentés sont compris dans l'énumération suivante :

Appareils servant à la production et à la transmission de l'électricité.

Aimants naturels et artificiels. — Boussoles.

Appareils servant à l'étude de l'électricité.

Applications de l'électricité : à la télégraphie et à la transmission des sons; — à la production de la chaleur; — à l'éclairage et à la production de la lumière; — au service des phares et des signaux; — aux appareils avertisseurs; — aux mines, aux chemins de fer et à la navigation; — à l'art militaire; — aux beaux-arts; — à la galvanoplastie, à l'électro-chimie et aux arts chimiques; — à la production et à la transmission de la force motrice; — aux arts mécaniques et à l'horlogerie; — à la médecine et à la chirurgie; — à l'astronomie, à la météorologie et à la géodosie; — à l'agriculture; — aux appareils enregistreurs; — au fonctionnement des appareils industriels divers; — aux usages domestiques.

Paratonnerres.

Collections rétrospectives d'appareils concernant les études primitives et les applications les plus anciennes de l'électricité.

Collections bibliographiques d'ouvrages concernant la science et l'industrie électriques.

Art. 15. Les objets admis à être exposés seront reçus dans l'enceinte du Palais des Champs-Élysées à partir du 1er juillet 1881.

Digitized by Google

Les caisses contenant ces objets devront porter des adresses et des étiquettes spéciales fournies par le Commissariat général.

III. — Installation.

Art. 16. Les exposants n'auront aucun loyer à payer pour l'occupation des emplacements qui leur auront été attribués.

Art. 17. L'Administration prend à sa charge la mise en état et la décoration générale des locaux du Palais des Champs-Élysées.

Les exposants devront pourvoir, à leurs frais, à l'installation et à la décoration de leurs emplacements respectifs.

Les plans de ces installations et les dessins de ces décorations devront être soumis à l'approbation du Commissaire général.

Art. 18. La force motrice sera fournie à prix débattu aux exposants qui en feront la demande.

La force motrice pourra être fournie gratuitement pendant les expériences nécessaires aux travaux du Congrès international des électriciens organisé par l'État, à l'époque de l'Exposition.

IV. — Entrées.

Art. 19. Les locaux de l'Exposition seront ouverts au public tous les jours, de 8 heures et demie du matin à 6 heures du soir, et de 8 heures à 11 heures du soir.

Art. 20. Des cartes d'entrée gratuites, permanentes et essentiellement personnelles, seront mises à la disposition des membres de la Commission d'organisation, du Comité technique et du Comité des finances; des membres de l'association de garantie; des Commissaires étrangers; des membres du Congrès international des électriciens; des agents du Commissariat général; des exposants et des agents de ceux-ci dont la présence aura été reconnue indispensable.

Art. 21. La perception des prix d'entrée, fixés ainsi qu'il est dit à l'article 22 ci-après, sera faite au moyen de billets d'entrée d'une valeur de 50 centimes chacun.

Art. 22. Les prix ordinaires d'entrée sont fixés ainsi qu'il suit :

1° *Pendant les jours de la semaine :*

Matin, de 8 heures et demie à 11 heures.	1fr,50
Journée, de 11 heures du matin à 6 heures du soir.	1 00
Soir, de 8 heures à 11 heures.	1 50

2° *Le dimanche* :

De 8 heures du matin à 6 heures du soir.	0fr,50
De 8 heures à 11 heures du soir.	1 00

V. — Police et surveillance. — Entretien.

Art. 23. Une surveillance rigoureuse contre le vol sera organisée par les agents du Commissariat général, avec le concours de la police.

Les précautions les plus minutieuses seront prises contre le feu.

Toutefois l'Administration ne sera pas responsable des pertes occasionnées par le vol ou par l'incendie.

Art. 24. Les objets exposés ne pourront être retirés avant la clôture de l'Exposition sans une autorisation spéciale du Commissaire général.

Aucun objet exposé ne pourra être dessiné ou photographié sans l'autorisation écrite de l'exposant, visée par le Commissaire général.

Digitized by Google

Art. 25. Les exposants devront pourvoir par eux-mêmes à l'entretien et au nettoyage de leurs installations.

Art. 26. Un local spécial sera mis à la disposition des exposants qui voudront faire le dépôt de leurs caisses vides pendant toute la durée de l'Exposition.

Les déposants auront à payer un droit de 6 francs par mètre cube.

Toute caisse d'un cubage inférieur à 1 mètre cube payera le prix fixé pour 1 mètre.

Les frais de restauration et de remise en état des caisses vides seront à la charge des déposants.

Art. 27. Les exposants français ou étrangers jouiront des garanties qu'assure la loi du 23 mai 1868 aux auteurs, soit des inventions susceptibles d'être brevetées, soit des modèles et dessins de fabrique qui pourront être déposés aux conseils des prud'hommes.

Il leur suffira de déposer à la préfecture de la Seine, dans le premier mois au plus tard de l'ouverture de l'Exposition, une demande de certificat de garantie pour l'objet exposé.

Ce certificat, n'exigeant le payement d'aucune taxe, sera valable à dater du jour de l'admission jusqu'à la fin du troisième mois qui suivra la clôture de l'Exposition.

VI. — Catalogue. — Récompenses.

Art. 28. Un catalogue général de l'Exposition sera dressé par les soins du Commissariat général et par voie d'entreprise et d'adjudication.

L'entrepreneur du Catalogue général pourra s'entendre directement avec les exposants officiellement inscrits pour l'insertion des réclames, avis et vignettes concernant les objets de leur commerce ou de leur industrie.

Art. 29. Des diplômes de mérite et des médailles de diverses classes seront accordées sur la proposition d'un Jury dont la composition sera déterminée ultérieurement.

Art. 30. Toutes les communications relatives à l'Exposition internationale d'électricité doivent être envoyées affranchies, à l'adresse du *Commissaire général de l'Exposition internationale d'électricité, au Palais des Champs-Élysées, porte n° IV, à Paris.*

Vu et approuvé le présent Règlement, délibéré dans la Commission d'organisation, le 6 décembre 1880 :

Le ministre des Postes et des Télégraphes,

Ad. COCHERY.

Par ampliation :

Le Commissaire général,

Georges Berger.

Digitized by Google

MINISTÈRE
DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION INTERNATIONALE
D'ÉLECTRICITÉ

PARIS. — 1881

N° (1)

DEMANDE D'ADMISSION

N° (1)

Je soussigné (2) _____

demeurant à (3) _____

demande à être admis à exposer les objets ci-après énoncés :

_____

_____

_____

_____

Déclarant avoir pris connaissance du Règlement général et y adhérer, je désire obtenir les espaces désignés ci-dessous, aux conditions fixées par les articles 16, 17 *et* 18 *dudit Réglement général.*

Surface horizontale sur sol { Longueur : _____ / Largeur : _____

Surface verticale sur parois { Largeur en façade : _____ / Hauteur : _____

Force motrice : _____ chevaux-vapeur, chaque jour pendant _____ heures

Le _____ 188

(*Signature*)

(1) Laisser cette indication en blanc.

(2)-(3) Écrire très lisiblement et en gros caractères les nom, prénoms, raison sociale et adresse.

NOTA. — La présente demande doit être expédiée à l'adresse de **Monsieur le Commissaire général de l'Exposition internationale d'Électricité**, palais des Champs-Élysées, porte n° IV, à Paris.

L'affranchissement est nécessaire.

Digitized by Google

IV

LETTRE DU COMMISSAIRE GÉNÉRAL

CONCERNANT LES COLLECTIONS BIBLIOGRAPHIQUES ET LES COLLECTIONS RÉTROSPECTIVES D'APPAREILS

Monsieur,

J'ai l'honneur d'appeler particulièrement votre attention sur deux classes importantes de l'Exposition internationale d'électricité.

L'une, la classe 15 comprend : les collections bibliographiques d'ouvrages concernant la science et l'industrie électriques.

L'autre, la classe 16, est affectée aux : collections rétrospectives d'appareils concernant les études primitives et les applications les plus anciennes de l'électricité.

Vous considérerez probablement comme essentiel que les envois étrangers et français appartenant à chacune de ces catégories soient groupés de manière à former deux ensembles dont le classement ne tiendra pas absolument compte des décisions qui seront établies par nationalités dans les autres parties de l'Exposition.

Les livres avec les cartes et plans seront surtout intéressants à étudier, s'ils sont classés par sujet, c'est-à-dire suivant les branches de la science ou de l'industrie électrique dont ils traitent.

Quant aux objets et appareils rétrospectifs, leur réunion ne sera véritablement instructive que s'ils sont présentés dans l'ordre chronologique de leurs apparitions et de leurs emplois dans les laboratoires, les usines et les bureaux des grandes administrations qui ont recours aux applications de l'électricité.

J'espère que vous voudrez bien agréer mes propositions, dont l'adoption me paraît indispensable au succès de l'Exposition, et que vos efforts tendront à rendre aussi complètes que possible les collections prévues par les classes 15 et 16.

Agréez, l'assurance de ma haute considération.

Le Commissaire général,

G. Berger.

V

AVIS CONCERNANT

1° LE TRANSPORT SUR LE RÉSEAU DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS DES COLIS DESTINÉS A L'EXPOSITION

2° LES DISPOSITIONS PRISES PAR L'ADMINISTRATION FRANÇAISE DES DOUANES EN FAVEUR DES OBJETS DE PROVENANCES ÉTRANGÈRES

1° transports par chemins de fer. — Les Compagnies françaises de chemins de fer ont consenti à une réduction de 50 0/0 sur le prix des tarifs ordinaires de la grande vitesse et de la petite vitesse en faveur des colis destinés à l'Exposition internationale d'électricité qui seront transportés sur leurs réseaux, de tous les points et de toutes les frontières du territoire de la République française à destination de Paris.

Digitized by Google

Cette réduction est accordée dans les conditions suivantes:

Les colis revêtus d'étiquettes officielles remises par le commissariat général français seront transportés *à l'aller* aux prix pleins des tarifs généraux et sans responsabilité de la part des Compagnies.

Le transport de ces mêmes colis, *au retour*, sera gratuit, avec la seule perception des frais d'enregistrement, de timbre, de récépissé, de chargement et de déchargement.

A l'aller, les colis de *provenance française* revêtus des étiquettes réglementaires seront reçus dans les gares de départ sur la présentation du *certificat d'admission* qui aura été remis à l'exposant-expéditeur par le commissariat général français; les colis de *provenances étrangères* seront reconnus dans les gares frontières au moyen des mêmes étiquettes réglementaires et des certificats fournis par le commissaire de la nation à laquelle appartiendra l'exposant-expéditeur ou par le commissaire général français à défaut d'un commissaire national officiellement nommé.

Au retour, les exposants-expéditeurs français ou étrangers devront, au moment de la réexpédition de leurs colis, présenter aux gares de Paris le récépissé constatant que ces colis ont été soumis au tarif plein pour l'aller, dans les conditions ci-dessus énoncées.

Les frais du camionnage entre les gares parisiennes d'arrivée et le Palais des Champs-Élysées seront à la charge des expéditeurs.

Conformément à l'article 15 du règlement général, les colis contenant des objets admis à être exposés seront reçus dans l'enceinte du Palais des Champs-Élysées, à partir du 1er juillet 1881.

2° DISPOSITIONS CONCERNANT LES OPÉRATIONS DE DOUANE. — Le local de l'Exposition internationale d'électricité sera constitué en entrepôt réel pour les objets passibles de droits.

Les objets de toute nature d'origine étrangère, destinés à figurer à l'Exposition internationale d'électricité, seront dirigés sans visite, par les bureaux frontières de la douane française, sous le régime du transit international, sur les gares de Paris et ils seront conduits, de là, sous escorte, au Palais des Champs-Élysées où la reconnaissance en sera ultérieurement faite par le service des douanes, au moment de l'ouverture des colis par les intéressés. Si exceptionnellement des importations avaient lieu par les bureaux auxquels n'aboutissent pas des lignes de chemins de fer, elles s'effectueraient sous le régime du transit ordinaire, mais également avec exemption de visite à la frontière.

Après la clôture de l'Exposition, ceux des objets exposés qui ne devront pas rester en France, seront renvoyés, sous escorte, aux gares de Paris, et leur réexportation en transit international ou en transit ordinaire aura lieu sans visite à la frontière.

Quant aux objets qui ne seraient pas réexpédiés à l'étranger ils ne pourraient qu'être soumis aux droits. Mais à ce point de vue il est à remarquer que les appareils et les autres objets provenant des pays non-contractants auraient à acquitter des taxes souvent élevées et que la prohibition serait même applicable à certains d'entre eux. Afin d'assurer au service de l'Exposition internationale d'électricité et aux hôtes de la France des facilités aussi grandes que possible et des conditions vraiment libérales, le Parlement français va être saisi d'un projet de loi spéciale stipulant que les objets passibles de droits ou de prohibitions n'auront à acquitter en cas de non réexpédition que les droits applicables aux similaires de la nation la plus favorisée.

Les colis de provenances étrangères destinés à l'Exposition internationale d'électricité seront, en outre, exemptés du payement du droit de statistique, tant à l'entrée qu'à la sortie.

Digitized by Google

VI

COMITÉ TECHNIQUE

Le Ministre des postes et des télégraphes, *président*.

Teisserenc de Bort, sénateur, *président-adjoint*.

Carnot (père). sénateur.
Cuvinot, sénateur.
Dupuy de Lôme, sénateur.
Bert (Paul), député.
Reymond (Francisque), député.
Becquerel (Edmond), membre de l'Institut.
J.-B. Dumas, membre de l'Institut.
Garnier (Ch.), membre de l'Institut.
Hervé-Mangon, directeur du conservatoire national des arts et métiers.
Alphand, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur des travaux de la ville de Paris.
Allard, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur général du service central des phares.
Baron, inspecteur général des postes et des télégraphes.
Bergon, administrateur des télégraphes.
Blavier, directeur ingénieur des lignes télégraphiques.
Guichard (Jules), administrateur de la commission universelle du canal de Suez.
Le général baron Saint-Cyr-Nugues, commandant le département de Seine-et-Oise et la place de Versailles, inspecteur général de la télégraphie militaire.
Armengaud (jeune), ingénieur conseil.
Clérac, ingénieur des télégraphes.
Fontaine, président de la Chambre syndicale de l'électricité.
Lan, ingénieur des mines, administrateur des chemins de fer de l'État.
Lemonnier, de la Maison Sautter-Lemonnier.
De Parville, publiciste.
Rattier, de la Maison Rattier et Compagnie.
Tesse, ingénieur de la Compagnie du chemin de fer du Nord.
Turgan, publiciste.
Le comte du Moncel, membre de l'Institut.
Breguet (Antoine), chef des installations du commissariat général de l'exposition internationale d'électricité, secrétaire.

A été nommé ultérieurement :

M. Schlemmer, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur de l'exploitation générale des chemins de fer au Ministère des travaux publics.

Digitized by Google

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS

VII

CIRCULAIRE DU MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

AUX PRÉSIDENTS DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Paris, le 4 février 1881.

Monsieur le Président,

Un décret présidentiel, en date du 23 octobre 1880, a autorisé la réunion, à Paris, d'une exposition internationale d'électricité.

L'ouverture de cette exposition est fixée au 1er août prochain; et, le 15 septembre suivant, un congrès international des électriciens viendra contribuer à l'éclat de cette grande et utile manifestation scientifique.

Il est très désirable que votre société prenne la part la plus active possible à ces travaux dont vous ne méconnaîtrez certainement pas le haut intérêt.

Aussi, monsieur le Président, ai-je l'honneur de vous inviter à me faire savoir sans retard le nom du délégué que vous aurez désigné pour représenter votre société au congrès.

Vous voudrez bien en même temps me donner une liste très exacte des objets que vous jugerez devoir exposer. Il importe, en effet, que je sois mis en mesure de déterminer avec M. le Ministre des postes et des télégraphes la place qu'il sera utile de réserver à l'exposition des établissements dépendant de mon Administration.

Recevez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le Président du Conseil,
Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,
Signé : Jules Ferry.

Pour copie conforme :
Le chef de la division du Secrétariat,
C. Maruel.

Monsieur le Président de la société de

Digitized by Google

VIII

CLASSIFICATION GÉNÉRALE

GROUPE I.

PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ.

Classe 1. — Électricité statique.
Classe 2. — Piles et accessoires.
Classe 3. — Machines magnéto-électriques et dynamo-électriques.

GROUPE II.

TRANSMISSION PAR L'ÉLECTRICITÉ.

Classe 4. — Câbles, fils et accessoires. Paratonnerres.

GROUPE III.

ÉLECTROMÉTRIE.

Classe 5. — Appareils servant aux mesures électriques.

GROUPE IV.

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Classe 6. — Télégraphie, signaux.
Classe 7. — Téléphonie, microphonie, photophonie.
Classe 8. — Lumière électrique.
Classe 9. — Moteurs électriques, transport de forces.
Classe 10. — Électricité médicale.
Classe 11. — Électro-chimie.
Classe 12. — Instruments de précision, électro-aimants et aimants. Boussoles. Horlogerie électrique.
Classe 13. — Appareils divers.

GROUPE V.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE.

Classe 14. — Générateurs, moteurs à vapeur, à gaz et hydrauliques, et transmissions applicables aux industries électriques.

GROUPE VI.

BIBLIOGRAPHIE. — HISTOIRE.

Classe 15. — Collections bibliographiques d'ouvrages concernant la science et l'industrie électriques, plans, cartes, etc.
Classe 16. — Collections rétrospectives d'appareils concernant les études primitives et les applications les plus anciennes de l'électricité.

Digitized by Google

IX

LISTE DES MEMBRES

DÉSIGNÉS PAR LES NATIONS ÉTRANGÈRES POUR FAIRE PARTIE DU CONGRÈS ET DE L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ.

ALLEMAGNE . . . . . *Exposition.* — **M. Elsässer**, conseiller intime supérieur du département des postes d'Allemagne.

AUTRICHE-HONGRIE. *Congrès.* — Dr **Hermann Militzer**, conseiller de section au ministère I et R du commerce. — Le Baron **Lorand Eötros**, professeur de l'Université à Buda-Pesth, membre correspondant de l'Institut de Hongrie.

BELGIQUE . . . . . *Congrès.* — **M. Bamneux**, ingénieur des télégraphes. — **M. Gérard**, sous-ingénieur des télégraphes.

Exposition. — **M. le comte Adrien d'Oultremont.** — **M. Bordiau**, architecte.

BRÉSIL . . . . . *Congrès.* — **M. Jamin**, membre de l'Institut de France.

ITALIE . . . . . *Congrès.* — **M. Rossetti**, professeur à l'Université de Padoue.

PAYS-BAS . . . . . *Congrès.* — **M. Van Kerkwik**, membre de la seconde chambre des États-Généraux. — **M. Boscha**, docteur de l'École polytechnique. — **M. J. M. Colette**, inspecteur des télégraphes.

Exposition. — **M. Gérard Oyens.**

PORTUGAL . . . . . *Congrès.* — Le docteur **Antonio dos Santas Viégas**, professeur à l'Université de Coïmbre.

RUSSIE . . . . . *Congrès.* — **M. Lenz**, conseiller d'État actuel, professeur à l'Institut technologique de Saint-Pétersbourg.

SUÈDE ET NORWÈGE. *Congrès.* — **M. C. A. Nystroem**, ingénieur en chef des télégraphes. — **M. O. J. Broch**, professeur et ancien ministre.

Exposition. — **M. C. A. Nystroem.** — **M. Harald Asche**, chef de bureau au ministère de la marine et des postes de Norwège.

SUISSE . . . . . *Congrès.* — **M. Timothée Rothen**, adjoint à la direction fédérale des télégraphes.

Le gérant : G. MASSON.

Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

Digitized by Google

SUR LA RADIOPHONIE

PRODUITE A L'AIDE DU SÉLÉNIUM

(DEUXIÈME ARTICLE)

Les récepteurs photophoniques au sélénium décrits dans cette Revue (t. I, p. 3) se prêtent assez facilement aux études qu'il est indispensable de faire sur eux, si l'on veut en tirer des applications sérieuses.

Ces études se divisent naturellement en deux catégories qu'il paraît convenable de séparer nettement et de faire successivement : d'abord l'influence de la température et ensuite l'influence de la lumière.

J'ai commencé par l'étude de la température, ce qui semble assez naturel. Car tout appareil, dont un récepteur photophonique constituera une partie principale ou accessoire, sera soumis aux variations de température du milieu ambiant, et il importe tout d'abord de connaître les effets qui en résultent, ne serait-ce que pour établir une table de correction pour les mesures qui pourront être faites avec de tels instruments.

On peut bien songer, il est vrai, à se préserver de ces effets en conservant les appareils à une température constante ; mais d'abord cela n'est pas toujours facile ou même praticable, et puis il n'est pas certain que, même en restant à une température constante, un récepteur en sélénium conserve sa structure et ses propriétés initiales.

IV. — Influence de la température sur les récepteurs a sélénium.

L'étude de cette influence sur le sélénium proprement dit a été déjà faite par divers observateurs et notamment par M. Werner Siemens en 1876. Mais il n'était pas possible dans le cas qui nous occupe d'accepter sans vérifications préalables les résultats obtenus alors. En effet, M. Werner Siemens a opéré sur des appareils en sélénium probablement trop simples pour pouvoir constituer un bon récepteur photophonique. Le sélénium y est disposé en fil contourné en spirale ou en zigzag, obtenu en le

Digitized by Google

coulant dans des rainures formées par des fils métalliques parallèles appliqués sur une lame de mica ; une seconde lame de mica est ensuite posée dessus avant que le sélénium n'ait eu le temps de se solidifier, et, faisant prise avec lui, consolide l'appareil.

Un tel instrument est relativement simple ; il y a bien lieu de compter avec l'inégale dilatabilité des fils métalliques et du fil de sélénium qui se trouve à leur intérieur, mais enfin on a affaire à un véritable *fil* enserré dans un espace clos.

Il n'en est pas de même dans les récepteurs photophoniques de M. G. Bell et dans ceux que j'ai décrits et dont il est question en ce moment. Ici nous avons une *lame* mince de sélénium, d'épaisseur variable, *déposée* sur la tranche d'un bloc formé de lames de laiton et de papier parchemin alternées et qui n'y est maintenue que par une adhérence qui n'est pas bien forte, et de plus, si l'on veut, par une couche de vernis à la gomme laque. On peut craindre qu'une variation de température ne produise des fendillements ou même des ruptures dans une lame si mince et si peu homogène d'ailleurs. En outre, quelles que soient les précautions prises pour laisser refroidir lentement la couche de sélénium déposée vers 217 degrés, on peut craindre que des effets comme ceux qu'on vient d'indiquer ne résultent, sans changement de la température ambiante, des modifications allotropiques qui se produisent spontanément à la longue à la surface de la couche.

Il y a donc bien là un appareil tout spécial qui doit être soumis à une étude spéciale en rapport avec le but auquel il est destiné.

A cet effet j'ai pris deux récepteurs que j'ai placés dans une boîte pour les soustraire à toute action lumineuse, même à celle de la lumière diffuse ; un thermomètre dont le réservoir était plongé dans la boîte en indiquait la température qui était celle du milieu ambiant. Les deux *pôles* de chaque récepteur étaient réunis alternativement, à l'aide d'un commutateur inverseur, avec un appareil à mesurer les résistances formé d'un pont de Wheatstone, d'un rhéostat, et d'un galvanomètre Thomson très sensible. L'appareil était d'ailleurs disposé à la manière ordinaire, sans aucune particularité notable.

L'un des récepteurs désigné par le n° 1 avait été fait la veille du jour où il a été mis en expérience ; le second désigné par le n° 2

Digitized by Google

était fait depuis dix-huit jours; il diffère du précédent par sa monture qui est en cuivre épais au lieu d'être en bois, et par la nature de la couche de sélénium dont une grande partie a été enlevée à dessein par éclats au lieu de rester continue comme

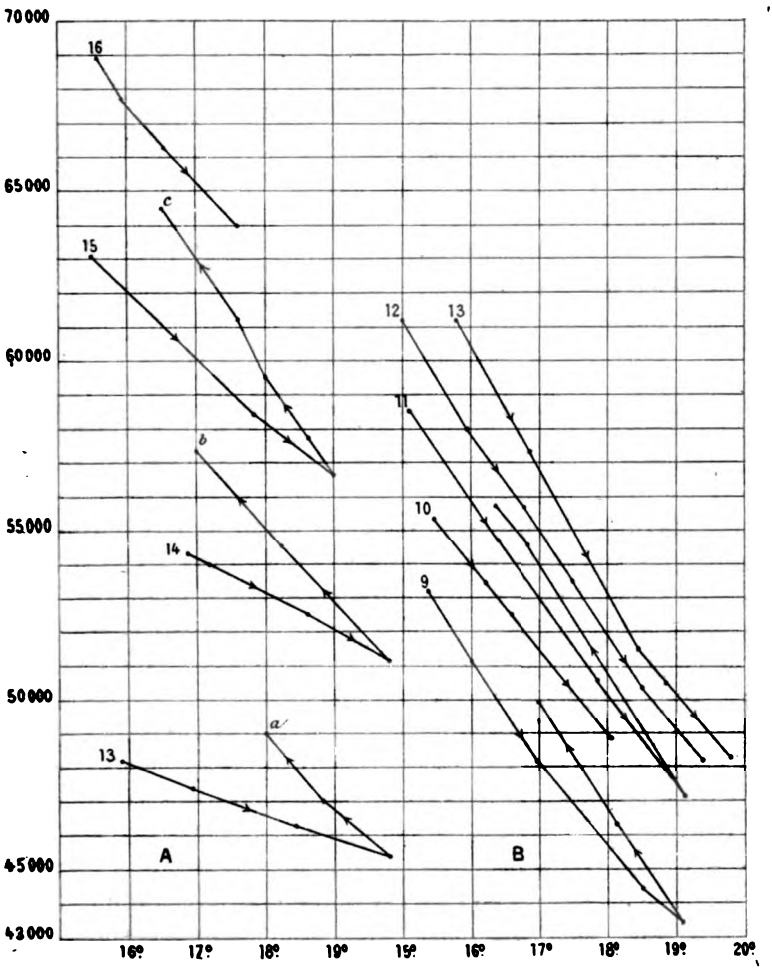


Fig. 1.

celle du n° 1. On étudiait donc ainsi simultanément deux appareils assez dissemblables bien que d'une construction analogue.

Les mesures des résistances électriques de ces appareils ont duré plusieurs jours, pendant lesquels la température a varié de

Digitized by Google

10 à 20 degrés. Les résultats en sont représentés sur les diagrammes [A] et [B] de la figure 1. Le diagramme [A] est relatif au récepteur neuf, n° 1 ; l'autre au récepteur déjà ancien, n° 2. Les abscisses y représentent les températures exprimées en degrés centigrades; les ordonnées représentent les résistances en ohms.

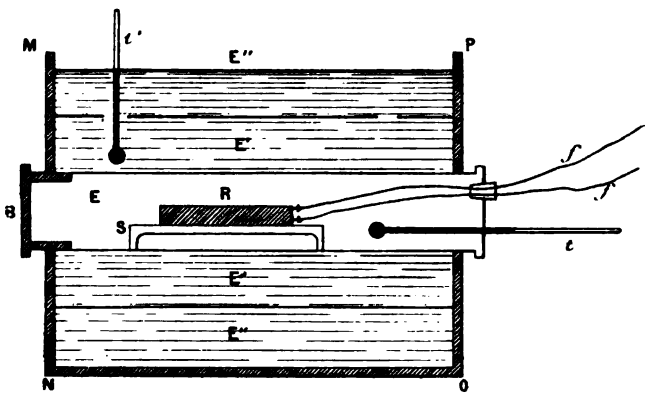


Fig. 2.

Les pointes de flèches marquées sur les lignes de chaque diagramme indiquent le sens dans lequel il a été décrit, les températures étant chaque jour croissantes d'abord depuis le matin jusqu'au soir, puis décroissantes le soir et pendant la nuit. Les chiffres placés au commencement de chacune des lignes brisées discontinues formant les diagrammes indiquent les dates des jours d'expérience. Pendant le cours de ces expériences il n'y a pas eu de variations brusques de température dans aucun sens.

Les lacunes qui existent entre les lignes brisées des diagrammes correspondent aux heures de la nuit (de 10 heures du soir à 6 heures ou 7 heures du matin), pendant lesquelles il n'a pas été fait d'observations; mais, malgré ces lacunes, la marche des expériences est parfaitement claire.

Enfin, tous les points déterminés par les mesures ont été tracés sur les diagrammes et on les a reliés par des lignes droites, sans chercher à dessiner une courbe représentative des positions moyennes de ces points.

Le premier résultat général qui se dégage de la vue de ces lignes est que les diagrammes sont formés par des portions de

Digitized by Google

courbes tout à fait assimilables à des lignes droites ; il y a donc, entre les limites rapprochées de température entre lesquelles on a opéré, une proportionnalité approximative entre les variations de température et de résistance électrique des récepteurs.

En second lieu, on voit que la résistance varie d'un jour à l'autre et elle va toujours en augmentant ; mais cette variation s'opère d'une manière différente pour les deux récepteurs. Pour le premier, construit récemment (diagramme A), la résistance passe successivement de 48 000 ohms le 13, à 57 000 le 14 ; puis, le 15 à 62 400 et le 16 à 62 700. A ce moment le récepteur a été retiré de sa boîte pour être soumis à une autre expérience dont il sera question plus loin.

Pour le second récepteur construit depuis dix-huit jours et soumis pendant ce temps à toutes sortes d'essais, la résistance, qui était de 53 000 ohms le 9, est devenue de 55 300 le 10 ; de 58 600 le 11 ; de 61 000 le 12 à 15 degrés ; de 61 000 le 13 à 15°,9. Mais à partir de ce moment elle est devenue presque *stable*, c'est-à-dire que les courbes obtenues les 14, 15, 16, 17, 18 et 19 coïncident presque avec celles du 13, et c'est pour ce motif qu'on n'a pu les indiquer sur le diagramme [B]. J'ai obtenu un résultat analogue avec un autre récepteur tout différent du précédent, mais construit également depuis longtemps.

Il résulterait de là une conséquence favorable à l'emploi de ces récepteurs ; c'est que, lorsqu'ils sont construits depuis un certain temps, on peut compter jusqu'à un certain point sur ce qu'on pourrait appeler leur *stabilité électrique* sous l'influence des faibles variations de température auxquelles on est soumis dans un laboratoire.

Troisièmement la loi qui relie, dans ces conditions, la variation de résistance à celle de la température présente une forme remarquable. La résistance varie en sens inverse de la température, ou bien *la conductibilité du récepteur varie dans le même sens que la température.* C'est l'inverse de ce qui a lieu pour les métaux. Les récepteurs de cette espèce se comportent donc comme le carbone, les sulfures et les liquides.

Ce résultat peut être rapproché de celui que M. W. Siemens a obtenu, mais dans des conditions spéciales, savoir : en maintenant les appareils à fil de sélénium décrits ci-dessus à la tempé-

Digitized by Google

rature de 100 degrés pendant une heure ou deux, et en les laissant se refroidir très lentement. Mais, d'après M. Siemens, il en est tout autrement si on chauffe les appareils à 210 degrés pendant plusieurs heures avant le refroidissement lent : on obtient alors une seconde modification du sélénium dite *métallique* (par opposition à la première dite *électrolytique*) dont la conductibilité varie, comme celle des métaux, en raison inverse de la température.

Je n'ai encore rien obtenu de semblable. Il est vrai que je n'ai jamais encore maintenu les récepteurs *pendant plusieurs heures* à 210 degrés. Dès que le sélénium fond, il est étalé sur le récepteur et puis immédiatement on le laisse refroidir. Dans ces conditions, si on le met en communication avec l'appareil à mesurer les

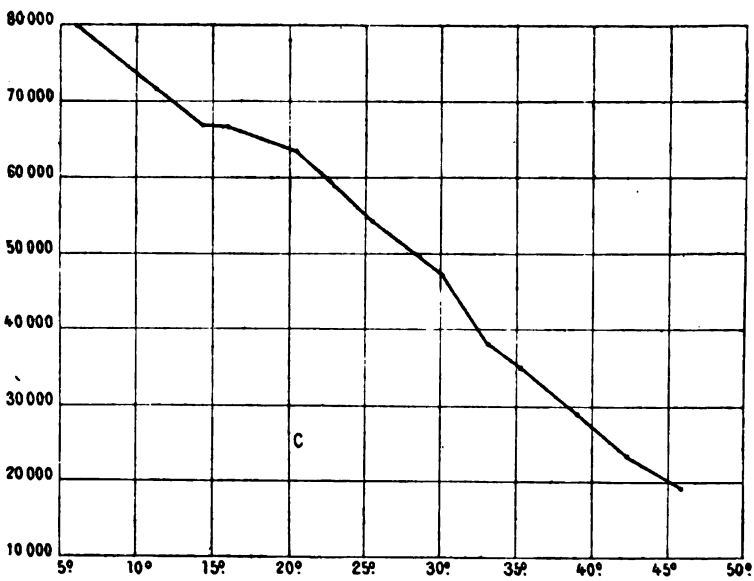


Fig. 3.

résistances à partir du 40° au 50° on voit toujours la résistance diminuer graduellement et régulièrement à mesure que le refroidissement s'opère. D'ailleurs il n'est pas besoin d'un appareil de mesure pour constater ce phénomène; il suffit de former un circuit comprenant le récepteur, une pile de quelques éléments Leclanché et un téléphone; en produisant des interruptions dans

Digitized by Google

le circuit, on entend chaque fois dans le téléphone un bruit sec dont l'intensité varie évidemment dans le même sens que la conductibilité du récepteur; or on observe que ce bruit va constamment en diminuant quand le récepteur se refroidit. C'est du reste à l'aide de ce bruit qu'on reconnaît rapidement et sans mesures si un récepteur est bon ou mauvais, avant même de l'exposer à des radiations intermittentes. Tous les récepteurs que j'ai observés ont toujours conservé après refroidissement une résistance variant en raison inverse de la température. Mais, je le répète, on ne peut pas dire qu'il y ait contradiction entre ce résultat et ceux de M. W. Siemens, car mes appareils ne sont pas semblables aux siens, et puis je ne les ai jamais encore maintenus pendant plusieurs heures à une température élevée; c'est une expérience que je ferai d'ailleurs prochainement en mettant les récepteurs en état de la supporter sans inconvénients, ce qui n'aurait peut-être pas lieu en ce moment[1]. Ce point réservé, il y a lieu de faire encore une remarque sur les diagrammes [A] et [B]; c'est que la variation de résistance est relativement grande par rapport aux variations de la température. Si l'on considère le diagramme [B] dans sa partie extrême où l'état du récepteur paraît à peu près constant, on trouve une variation de résistance d'environ 2000 ohms pour une variation de température de 1 degré. Un second récepteur, dont le diagramme est représenté ci-après (fig. 3), donne une variation moyenne de 1550 ohms par degré; mais je ne le crois pas encore arrivé dans son état stable. Un troisième, qui est construit depuis longtemps et qui est à très peu près stable, donne une variation moyenne de 1750 ohms par degré.

Quel que soit celui de ces nombres qu'on veuille adopter, il n'en reste pas moins une variation considérable de résistance pour une variation de 1 degré. Dans les appareils ordinaires de mesure des résistances électriques un changement de 1500 à 2000 ohms dans un circuit est représenté, en s'y prenant convenablement, par un grand nombre de divisions d'une échelle parcourue par l'image lumineuse produite par un galvanomètre à miroir.

Il en résulterait la possibilité de transformer un récepteur à

[1] L'expérience a été faite : les résultats en seront indiqués dans un prochain article.

Digitized by Google

sélénium en thermomètre très sensible au moins pour des températures ordinaires, et dont le degré pourrait être subdivisé en un assez grand nombre de parties. Mais ce n'est encore qu'une *possibilité*. Pour arriver à la réalisation, il faudrait être *certain* de la stabilité électrique *complète* de l'appareil. Je n'ai pas encore cette certitude, mais j'ai quelque espoir d'y parvenir à l'aide de moyens que je ne puis me permettre encore d'indiquer, parce que les expériences qui les concernent ne sont pas encore tout à fait concluantes.

L'examen des diagrammes [A] et [B] suggère naturellement une objection ; c'est qu'ils ne se rapportent tous deux qu'à une variation de température de 15°,8 à 19°,8 seulement, variation qui peut à bon droit paraître trop faible pour qu'on en puisse tirer des conclusions certaines.

Pour lever cette objection il fallait agrandir l'échelle des températures, mais il fallait songer aussi qu'un appareil complexe comme un récepteur à sélénium ne pourrait peut-être pas être exposé sans inconvénients à l'action de températures élevées. Aussi a-t-il paru suffisant d'abord de faire varier la température de zéro à 40 ou 50 degrés : on a ainsi une échelle assez étendue et l'on reste dans les limites où un appareil de ce genre peut se trouver placé ordinairement, sauf à compléter plus tard cette étude.

L'appareil que j'ai employé se prête d'ailleurs à la production de températures élevées et il avait été construit dans ce but, il y a plusieurs années, pour un autre usage.

Il se compose (fig. 2) d'une sorte d'étuve MNOP formée de trois parties : 1° d'une caisse rectangulaire en zinc qui peut être remplie d'eau ou de tout autre liquide qu'on peut entretenir à une température déterminée et dont le niveau est représenté en E″; 2° d'un cylindre creux en cuivre E′ portant deux ouvertures par l'une desquelles on peut introduire un thermomètre *t′*; 3° d'un second cylindre intérieur au premier, E, fermé par un bouchon métallique B et percé du côté opposé de deux ouvertures, par lesquelles on peut introduire un thermomètre *t* et faire sortir deux fils bien isolés entre eux et des parois; ces fils communiquent: d'une part, avec le récepteur R en expérience fixé sur un socle en bois S; d'autre part, avec l'appareil à mesurer les

Digitized by Google

résistances. Ce cylindre reste étanche, l'air qu'il contient est chauffé par le liquide qui remplit le cylindre E′ et la température de celui-ci est mise à l'abri de variations brusques par la présence du liquide contenu dans la caisse MNOP.

On établit aisément une circulation permettant d'obtenir des températures bien graduées qu'un agitateur uniformise dans toute la masse E″. La quantité de liquide contenue dans l'appareil est d'environ 11 litres et demi ; elle permet à l'aide de quelques précautions de faire varier très lentement la température du cylindre E indiquée par le thermomètre *t*, et d'éviter tout retour en sens inverse, ce qui pouvait présenter des inconvénients que la forme des diagrammes [A] et [B] met en évidence dans le cas où le récepteur en expérience ne serait pas arrivé à l'état stable. Précisément le récepteur employé fut d'abord le n° 1 auquel correspond le diagramme [A].

Le diagramme [C] de la figure (3) représente la marche des expériences.

L'étuve resta d'abord remplie de glace toute une nuit et amenée à la température de 2 à 3 degrés. Puis, graduellement, la température fut élevée jusqu'à 46 degrés. L'expérience dura environ quinze heures, et les mesures ne furent faites que lorsque le niveau du mercure du thermomètre *t* était stable. On a marqué sur la figure tous les points correspondant aux mesures faites et on les a reliés par des lignes droites.

On a ainsi obtenu, ainsi que l'indique la figure, une ligne régulière sauf une courte région vers la température de 15° dont je n'ai pu m'expliquer l'irrégularité. On voit d'ailleurs qu'elle ne diffère pas beaucoup d'une ligne droite dans la plus grande partie de sa longueur, mais il est évident qu'il ne peut en être ainsi que dans une échelle limitée de température. Il faudrait pousser les expériences au-dessous de 5 degrés et au delà de 46 degrés pour déterminer exactement la forme de la courbe, et c'est ce que je compte faire plus tard.

Pour le moment je puis ajouter que d'autres séries d'expériences de ce genre faites sur le même récepteur et sur un autre tout différent et construit depuis longtemps ont donné le même résultat. Pour ce dernier en particulier l'expérience a été faite pour des températures croissantes de 3 à 36 degrés et immédia-

Digitized by Google

tement après de 36 degrés à 10; elle a duré vingt-quatre heures. On a obtenu une première ligne représentative semblable à celle de la figure (3) mais plus régulière, puis une ligne parcourue en sens inverse tellement semblable à la première qu'elle l'a coupée en deux endroits : preuve de la stabilité du récepteur et de la régularité des effets de température malgré la complexité de l'appareil.

J'aurai l'occasion de revenir sur ce diagramme dans un prochain travail en exposant la suite de ces recherches.

E. Mercadier.

LA PILE SECONDAIRE DE M. FAURE

On connaît les beaux travaux de M. Gaston Planté sur les piles secondaires. On sait qu'il a démontré que le plomb doit être préféré à toutes les autres substances pour la construction de ces appareils. On se rappelle que les piles secondaires construites sur les indications de ce physicien et aujourd'hui très répandues sont d'autant meilleures qu'elles ont été chargées et déchargées un plus grand nombre de fois. Par meilleures on doit entendre qu'elles absorbent une quantité plus grande d'électricité, qu'elles peuvent rendre ensuite. Cette faculté de gagner par le travail tient à la formation d'une couche de plus en plus importante de peroxyde de plomb, alternativement formé et réduit, dans la charge et dans la décharge.

Quelques physiciens ont essayé d'entrer dans la voie tracée par M. Planté; ils l'ont fait sans succès; mais ils ont contribué à appeler l'attention sur la question de l'emmagasinement de l'électricité, ou en d'autres termes sur les réservoirs d'électricité.

Voici qu'un ingénieur français, M. Faure, qui s'est déjà fait connaître par un perfectionnement ingénieux à la pile de Bunsen, vient apporter à la pile Planté un perfectionnement très important, M. Faure dit :

L'appareil de Planté est excellent, il n'y a rien à changer au choix des matières; il faut seulement augmenter sa capacité et supprimer le travail long et dispendieux de la formation. La capacité tient à l'épaisseur de la couche de peroxyde de plomb

Digitized by Google

formé sur une des électrodes ; il suffit donc de mettre du peroxyde de plomb sur les deux électrodes.

Cette idée simple posée, l'exécution est facile ; on met sur une feuille de plomb une couche de minium, puis une feuille de feutre fixée à la feuille de plomb au moyen de rivets de même métal. La seconde électrode est préparée comme la première. On peut les enrouler en spirale pour donner un volume minimum à l'élément ; mais d'autres formes ont été essayées qui présentent des avantages particuliers.

Quand la pile a été chargée et déchargée deux fois à refus et qu'après l'avoir chargée on l'examine de près en analysant les matières, on trouve que l'une des couches de minium est passée entièrement à l'état de peroxyde de plomb et que la couche de minium de l'autre électrode est devenue du plomb réduit ; on doit donc penser que, dans la charge, l'une des couches se peroxyde, tandis que l'autre se désoxyde. On comprend dès lors que la capacité électrique de l'élément secondaire dépend de la quantité de minium mise sur les électrodes.

Il résulte de mesures prises avec soin que la force électro-motrice est égale à 2,25 Volts.

La résistance est fort petite, mais elle dépend de l'étendue des surfaces des électrodes. La forme en spirale qui était pratiquée dès longtemps pour les piles secondaires présente de grands avantages ; M. Faure a eu l'idée très simple et très heureuse de supprimer le vase de verre et de le remplacer par un vase de plomb dont la surface intérieure fait partie de l'une des électrodes.

Un élément qui pouvait avoir 25 centimètres de haut et 12 de diamètre a été mesuré ; sa résistance a été trouvée égale à $\frac{6}{1000}$ d'Ohm.

La résistance extrêmement petite de cette source est une circonstance très favorable, parce que le travail qu'elle fournira sera presque tout entier extérieur à la pile ; et la partie perdue par échauffement de la pile sera fort petite.

On peut faire quelques calculs sur les deux chiffres que nous avons donnés :

$$E = 2{,}25 \text{ Volts.}$$
$$R = 0{,}006 \text{ Ohm.}$$

Digitized by Google

Si on fait passer le courant dans un circuit extérieur à la pile d'une résistance de 0,006 Ohm égale à celle de la pile, ce qui est la condition pour obtenir le travail maximum extérieur à la pile, la résistance totale du circuit sera $\frac{12}{1000}$ d'Ohm et par suite l'intensité sera :

$$I = \frac{2,25}{0,012} = 187 \text{ Webers.}$$

Le travail dépensé évalué en kilogrammètres sera $T = \frac{EI}{g}$

$$\frac{187 \times 2,25}{9,81} = \frac{420,75}{9,81}$$

ou sensiblement 42 kilogrammètres par seconde.

Le travail utile, c'est-à-dire le travail accompli en dehors de la pile, sera dans le cas particulier moitié du travail dépensé par la source, soit 21 kilogrammètres par seconde.

Nous avons assisté à des expériences dans lesquelles vingt-deux couples de ce genre associés en tension ont donné avec des charbons de 20 millimètres de diamètre une lumière extrêmement intense, que malheureusement nous n'avons pas pu mesurer, mais qui était certainement de l'ordre de celles qu'on obtient avec les grandes machines Gramme et commandées par des moteurs de dix ou quinze chevaux.

La même pile a agi ensuite sur un moteur électro-magnétique de grande dimension et on a mesuré un travail fourni par le moteur de 100 kilogrammètres par seconde.

Quoi qu'il en soit de ces premières expériences, on voit que nous sommes en possession d'un réservoir d'électricité dans lequel on peut en accumuler des quantités énormes. Dès lors au lieu de transporter l'électricité au loin avec des fils conducteurs qui absorbent une partie de l'énergie qu'elle emporte, on peut aujourd'hui transporter les réservoirs contenant cette électricité et la dépenser sur le point même où elle doit être utile sans perte par les conducteurs et sans canalisation dispendieuse. Toutes les applications de l'électricité sont appelées à subir une transformation importante ; le transport de la force notamment, qui était à ses débuts, peut être renversé de fond en comble. Considérons par exemple les chemins de fer électriques qui ont été

Digitized by Google

essayés à Berlin et ailleurs. Jusqu'ici ils n'ont été qu'une admirable expérience et un très joli joujou scientifique; le mot de joujou est de M. Siemens lui-même; je le rappelle pour qu'on ne m'accuse pas de déprécier une œuvre intéressante de l'éminent électricien.

Dans quelles conditions pourra-t-on aller plus loin? Le chemin de fer à barre conductrice entre les rails amenant le courant électrique à la locomotive est-il possible pour de longues lignes et pour une vitesse grande? Cela est extrêmement douteux. On voit des difficultés sans nombre à sa réalisation sur une grande échelle.

Mais qui empêche, avec un chemin de fer ordinaire, d'avoir une locomotive portant une certaine quantité de réservoirs d'électricité qui se dépensera par la rotation d'une machine électrique et le déplacement du train? On renouvellera la provision d'électricité aux stations, comme aujourd'hui on renouvelle la provision d'eau. Il va sans dire qu'il faudra du temps pour transformer le matériel des compagnies de chemin de fer et qu'il ne faut pas se laisser aller à des illusions; mais j'ai confiance qu'avant peu de mois nous verrons circuler un tramway électrique qui coûtera moins, marchera plus vite, s'arrêtera en moins de temps que les tramways actuels, sans exiger presque aucun changement dans le matériel existant.

La suppression des conducteurs et de la perte d'électricité qu'ils entraînent continuellement sont des avantages que nous retrouvons si nous étudions la question de la distribution de l'éclairage à domicile. Mais ces avantages ne sont pas les seuls; on voit en effet qu'aujourd'hui les machines à vapeur qui servent à produire l'électricité ne travaillent que pendant les heures d'éclairage; au contraire, avec le procédé des accumulateurs, elles pourront travailler pendant tout le jour et toute la nuit; le capital engagé dans leur installation sera donc amorti quatre fois plus vite, en même temps que la dépense de charbon pour la production d'une quantité donnée d'électricité sera beaucoup réduite.

A. Niaudet.

Digitized by Google

DISCUSSION GRAPHIQUE

DE LA FORMULE DES PILES

(DEUXIÈME ARTICLE)

Nous pouvons donner un second exemple des facilités que présente l'emploi des courbes pour aider à la discussion des formules des piles et arriver à des solutions simples et pratiques.

Soit n un certain nombre d'éléments de force électromotrice E et de résistance r; supposons qu'on les réunisse p à p en batteries et qu'on monte en tension les m groupes ainsi formés. Si nous appelons C^p_m l'intensité du courant produit lorsque le circuit interpolaire a une résistance R, on sait que l'on a :

$$C^p_m = \frac{mE}{R + \frac{mr}{p}} = \frac{mpE}{pR + mr}$$

formule que l'on peut remplacer par les suivantes, en remarquant que l'on a évidemment $mp = n$.

$$C^p_m = \frac{nE}{pR + mr} = \frac{npE}{p^2R + nr}.$$

On peut, par les méthodes connues, chercher la condition pour que cette valeur soit maxima ; il est sans intérêt de refaire le calcul et nous pouvons nous borner à signaler le résultat : la condition pour que l'intensité des courants soit maxima, c'est que l'on ait :

$$\frac{p}{m} = \frac{r}{R}$$

équation qui jointe à $mp = n$, permet de trouver immédiatement :

$$m = \sqrt{\frac{nR}{r}} \text{ et } p = \sqrt{\frac{nr}{R}}$$

Cette solution définitive au point de vue mathématique est incomplète au point de vue physique , car pour qu'une solution soit possible, il faut que m et p soient non seulement des nombres entiers, mais aussi des diviseurs de n; il n'est pas prouvé que la

Digitized by Google

solution pratique qui donnera le maximum réellement réalisable sera celle qui consiste à prendre le groupement pour lequel m et p ont les valeurs les plus voisines de celles que nous venons d'indiquer.

Cherchons à étudier directement la question telle qu'elle se présente.

Pour les raisons indiquées dans l'article précédent la formule qui donne C_m^p se prête mal à la discussion ; de même aussi, comparons cette intensité à celle d'un courant qui serait produit par un seul élément dans le même circuit interpolaire. Si C_1 est cette intensité, on a :

$$C_1 = \frac{E}{R + r}$$

et en prenant le rapport :

$$\frac{C_m^p}{C_1} = \frac{np(R + r)}{p^2R + nr}.$$

Désignons par y la valeur du rapport $\frac{C_m^p}{C_1}$ qui représente l'avantage qu'il y a à employer le groupement considéré plutôt qu'un élément seul, et par x le rapport $\frac{r}{R}$ qui entre seul, en réalité, dans la formule. On a immédiatement l'équation :

$$y = \frac{np(1 + x)}{p^2 + nx}.$$

Cette équation dans laquelle, pour une valeur donnée de n, il faut supposer variables x, y et p, représente une surface de degré supérieur au deuxième. Mais nous n'avons pas besoin de l'étudier dans son entier. Outre que les seules valeurs positives sont admissibles, il n'y a que les valeurs de p qui correspondent à des nombres entiers diviseurs de n qui nous intéressent : soient p_1, p_2, p_3... ces valeurs.

Rapportons la surface à trois axes coordonnés ox, oy et op, le dernier étant perpendiculaire au plan de la figure. Pour un nombre donné n, nous n'avons en somme qu'à étudier les sections parallèles au plan des xy qui correspondent aux valeurs successives de p, sections qui se projettent en vraie grandeur. Ces

Digitized by Google

diverses courbes sont des hyperboles équilatères ayant leurs asymptotes parallèles aux axes ox et oy et définies par les équations

$$x = -\frac{n}{p^2} \text{ et } y = p,$$

ainsi qu'on le voit facilement. Les asymptotes parallèles à oy, sont toutes du côté des x négatifs, et dès lors sont peu intéressantes.

Cherchons l'ordonnée à l'origine y_0 de ces courbes; on trouve :

$$y_0 = \frac{n}{p}.$$

Sans même chercher d'autres points de la courbe, ces indications nous permettent de résoudre la question que nous nous sommes posée.

Considérons deux groupements déterminés par les valeurs p_1 et p_2 et comparons les courbes correspondantes en supposant, par exemple, $p_1 < p_2$. On voit immédiatement que la courbe 2 coupe l'axe des y au-dessous du point où le coupe la courbe 1,

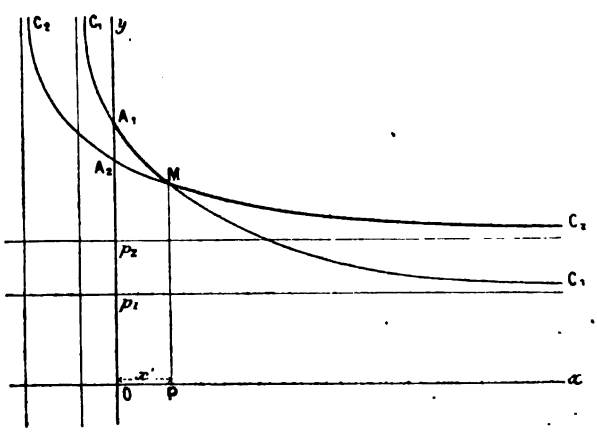


Fig. 1.

tandis que l'asymptote de la courbe 2 est au-dessus de celle de la courbe 1, de telle sorte que, nécessairement, ces courbes se coupent pour une certaine valeur positive x' de x. Entre O et x' la

Digitized by Google

courbe 2 est au-dessous de 1, elle passe au-dessus après cette valeur.

Soit M le point d'intersection de ces deux courbes : pour la valeur $x = OP$, il n'y a aucun intérêt à prendre l'une des combinaisons plutôt que l'autre, puisque pour cette valeur l'intensité du courant est la même dans les deux cas, mais pour toute autre valeur de x il conviendra de prendre le groupement pour lequel l'ordonnée aura la plus grande valeur. D'après la disposition des courbes, disposition qui est générale, il faudra prendre la courbe C_2, c'est-à-dire celle qui correspond à la plus grande valeur de p, si le rapport x est plus grand que OP. Il faudrait prendre au contraire l'autre groupement si x était plus petit que OP.

Il importe donc de chercher la valeur de x qui correspond à cette intersection ; si nous la désignons par $x_{1,2}$, elle sera donnée par l'équation :

$$\frac{np_1(1+x)}{p_1^2+nx} = \frac{np_2(1+x)}{p_2^2+nx}$$

d'où l'on déduira :

$$x_{1,2} = \frac{p_1 p_2}{n}.$$

On aurait d'ailleurs facilement la valeur correspondante de l'ordonnée

$$y_{1,2} = \frac{n + p_1 p_2}{p_1 + p_2}.$$

Si l'on préférait avoir ces valeurs en fonctions des quantités m_1 et m_2, on obtiendrait immédiatement les résultats suivants :

$$x_{1,2} = \frac{n}{m_1 m_2}$$

$$y_{1,2} = \frac{n + m_1 m_2}{m_1 + m_2}.$$

En étudiant ainsi les diverses courbes successives, on voit aisément que la courbe p_1 est au-dessus de toutes les autres pour toutes les valeurs de x moindre que $x_{1,2}$ qui correspond au point d'intersection des courbes 1 et 2 ; puis que entre ce point et le point défini par $x_{2,3}$, c'est la courbe 2 pour laquelle les ordonnées sont les plus grandes, et ainsi de suite. Comme ce qu'il faut connaître, c'est précisément la valeur de p qui correspond à la

Digitized by Google

plus grande valeur de y, il est facile de voir comment il conviendra d'opérer.

On déterminera successivement les valeurs $x_{1,2}$, $x_{2,3}$, $x_{k-1,k}$... les indices correspondant à ceux des nombres p_1, p_2. p_3... p_{k-1}, p_k... qui sont les diviseurs successifs de N, et l'on comparera à ces valeurs la valeur donnée $x = \frac{r}{R}$. Si cette valeur est comprise entre $x_{k-1,k}$ et $x_{k,k+1}$, il faudra prendre le groupement p_k: d'autre part, on sera assuré que la valeur de y correspondante sera comprise entre $y_{k-1,k}$ et $p_{k,k+1}$, ces valeurs étant calculées par la formule indiquée plus haut, et même on ne s'éloignera pas beaucoup de la réalité en faisant une intercalation proportionnelle, car les portions de courbes utilisées s'écartent peu d'être des droites.

Appliquons cette règle à un exemple.

Soient donnés 12 éléments ($n = 12$), ce nombre a pour diviseurs 1, 2, 3, 4, 6, 12. On a immédiatement:

$$x_{1,2} = \frac{1}{6} = 0{,}167 \qquad x_{2,3} = \frac{1}{2} = 0{,}50 \qquad x_{3,4} = 1$$

$$x_{4,6} = 2 \qquad x_{6,12} = 6.$$

Soit d'autre part $r = 2$ la résistance des éléments et $R = 1000$, celle du circuit: on a $x = \frac{r}{R} = 0{,}002$. Cette valeur étant moindre que $x_{2,3} = 0{,}167$, on voit qu'il faut prendre $p = 1$ et, par suite, $m = 12$, c'est-à-dire monter les éléments en série.

Si les autres données conservant la même valeur, on avait $R = 1{,}5$, alors comme il viendrait $x = \frac{2}{1{,}5} = 1{,}33$, nombre compris entre $x_{3,4}$ et $x_{4,6}$, il faudrait prendre $p = 4$ et par suite $m = 3$, c'est-à-dire prendre 3 groupes de 4 éléments chacun. On aurait d'ailleurs:

$$y_{3,4} = \frac{24}{7} = 3{,}42 \qquad y_{4,6} = 3{,}6,$$

nombres entre lesquels serait comprise la valeur de y pour le cas considéré.

Supposons enfin que l'on ait $R = 0{,}25$ et par suite $x = \frac{2}{0{,}25}$

Digitized by Google

$=8$, ce nombre étant plus grand que $x_{6,12}=6$, on voit qu'il faut prendre alors $p=12$ et $m=1$, c'est-à-dire monter tous les éléments en batterie.

Sans que nous voulions insister davantage, on voit aisément les avantages que l'on peut tirer de ces remarques dans certains cas ; il serait possible, d'ailleurs, d'une étude détaillée de ces courbes représentatives de déduire quelques autres conséquences intéressantes.

Les courbes que nous donnons dans la figure 2 se rapportent au cas de $n=12$; on voit que l'échelle des x peut n'être pas la même que celle des y. La construction de ces courbes utiles

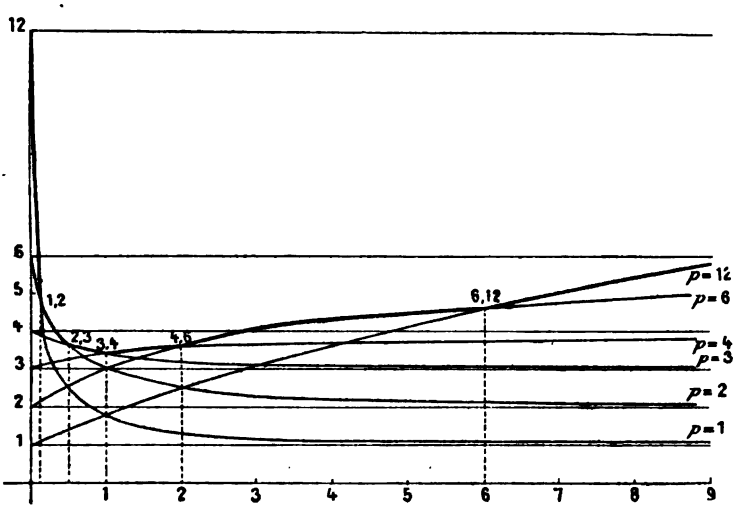


Fig. 2.

pour la discussion n'est en rien nécessaire pour la détermination pratique que nous avons indiquée et qui fait, au fond, le sujet de cet article. C. M. Gariel.

LA DIVISION DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

Depuis quelques années, toutes les recherches faites pour perfectionner l'éclairage électrique sont dirigées du côté de la division de la lumière ; l'examen rapide de l'état actuel de la question

Digitized by Google

à la veille de l'ouverture de l'exposition universelle d'électricité, qui nous ménage tant de surprises, n'est donc pas sans présenter un certain intérêt, ne fût-ce que pour bien indiquer le chemin parcouru et celui qui reste encore à parcourir pour arriver à la solution complète et pratique du problème.

En principe, tous les systèmes se prêtent, dans une mesure plus ou moins grande, à la *division*, c'est-à-dire, dans le sens ordinaire du mot, à l'installation d'un certain nombre de foyers alimentés par une seule et même source électrique.

L'arc voltaïque avec régulateurs, les bougies, les lampes à incandescence, avec ou sans combustion, nous en offrent plusieurs exemples.

Les premières expériences faites semblaient laisser croire que les courants alternatifs convenaient mieux à la division de la lumière que les courants continus lorsque l'on employait l'arc voltaïque, et que les foyers étaient disposés *en tension* sur un même circuit. C'est avec les courants alternatifs que M. Lontin put placer jusqu'à douze régulateurs à dérivation de son système en tension sur une de ses machines à division convenablement disposée. Ce sont aussi les courants alternatifs qui alimentent les régulateurs différentiels de Siemens et Hefner-Alteneck, avec lesquels une machine entretient vingt foyers disposés en deux séries de dix foyers chacune. Les courants alternatifs servent aussi pour les lampes Rapieff et les bougies électriques de différents systèmes, Jablochkoff, Wilde, Jamin, Debrun, etc.

Pour les bougies il n'est pas possible d'ailleurs d'employer les courants continus, parce que le charbon positif s'usant plus vite que le charbon négatif, il se produit bientôt une dénivellation des deux charbons qui amène l'extinction.

Les nombreuses applications des machines à courants alternatifs aux foyers à arcs voltaïques divisés ont laissé un peu dans l'ombre celles qu'ont reçues, dans le même but, les courants continus; aussi, M. J. Joubert, dans ses intéressantes *Etudes sur les machines magnéto-électriques*, a-t-il pu dire, sans être contredit, que les machines à courants alternatifs sont actuellement les seules qui se prêtent à la division de la lumière électrique. Cette affirmation n'est plus conforme aux faits; en réalité, les courants continus se prêtent *mieux* que les courants alternatifs

Digitized by Google

à la production des foyers divisés, grâce à l'emploi des régulateurs différentiels qui assurent, dans une certaine mesure, l'indépendance de chaque foyer. Nous citerons, parmi ces régulateurs, ceux de MM. Tchikoleff, Gramme et Brush. Ce dernier fait fonctionner d'une façon régulière *trente-deux* régulateurs de son système disposés en tension sur un seul circuit alimenté par une seule machine. C'est un résultat qui n'a été atteint jusqu'ici par aucun autre système à arcs voltaïques alimentés par des courants alternatifs.

La division ainsi obtenue par l'arc voltaïque répond-elle à tous les besoins de la pratique? Nous ne le pensons pas. Il n'est pas possible d'abaisser la puissance lumineuse d'un foyer électrique à arc au-dessous d'une certaine valeur sans l'éteindre tout à fait. Bien avant cette limite, le rendement est déjà médiocre et la fixité de la lumière presque impossible à obtenir. Les applications domestiques de la lumière électrique exigent cependant des foyers fixes et peu puissants, et c'est dans le but de satisfaire à ces exigences que se poursuivent actuellement les recherches, couronnées déjà, en partie du moins, d'un certain succès.

L'incandescence, avec ou sans combustion, peut seule donner des foyers fixes et d'une intensité moyenne, mais il faut avouer que, jusqu'ici, le rendement est assez faible et d'autant plus faible que l'on a cherché à diminuer davantage la puissance du foyer lumineux. Pratiquement, on perd à la division, c'est du moins ce que prouvent toutes les expériences faites jusqu'ici. Nous donnerons un jour quelques chiffres à ce sujet, mais nous pouvons faire remarquer en passant que cette loi est générale et que l'éclairage au gaz n'y échappe pas.

En effet, le plus petit bec employé dans cet éclairage, appelé *bec-bougie*, brûle 25 litres à l'heure et produit 1/10 de carcel, c'est-à-dire que la consommation atteint 250 litres par bec carcel. Le bec brûlant 140 litres dépense 127 litres par heure et par carcel, et enfin les becs puissants, dits *becs intensifs*, voient leur consommation s'abaisser, suivant leur puissance, à 80, 60, 50, 40 et même 35 litres par heure et par bec carcel.

L'avenir de l'éclairage électrique domestique paraît donc être plus spécialement réservé à l'incandescence, à la condition de diminuer encore le prix de revient, ou de consentir à payer à un

Digitized by Google

prix encore relativement assez élevé les avantages que présente l'éclairage électrique.

En laissant de côté pour l'instant, à défaut de données certaines, la question du prix de revient, les deux systèmes d'incandescence, avec ou sans combustion, présentent des chances égales d'application. Le système Reynier-Werdermann et ses nombreux dérivés convient aux foyers un peu intenses, le système à incandescence pure, Swan, Edison, Maxim, Lane-Fox, etc., etc., aux foyers domestiques dont la puissance ne dépasse pas quelques becs de gaz. Il faut même reconnaître ici que, dans les recherches entreprises, on a exagéré la division de la lumière et que les lampes de MM. Swan et Edison, pour ne citer que les plus connues, ou tout au moins celles dont on a le plus parlé jusqu'ici, ne dépassent pas en intensité 1 à 2 becs carcel. La pratique ne demande pas de foyers aussi minimes, et la création de foyers d'une puissante double, et par suite d'un rendement meilleur, satisferait, à notre avis, à tous les besoins.

Dans l'état actuel, une machine Gramme type d'atelier alimente facilement trente lampes Swan montées en dérivation, une machine Maxim soixante-quatre lampes du même inventeur, et l'on parle pour l'exposition de cette année d'une machine dynamo-électrique construite par Edison qui alimentera *huit cents* lampes à incandescence. Nous saurons bientôt à quoi nous en tenir sur ces belles promesses; mais, quoi qu'il en soit, il est certain que le progrès marche d'un pas rapide et que la solution est proche. Pendant que les uns cherchent la division de la lumière, d'autres poursuivent la division du travail, et les plus hardis songent à la division du courant elle-même, quelle que soit la nature des applications qu'il doive recevoir.

L'exposition universelle d'électricité qui se prépare contribuera dans une grande mesure au succès final, en coordonnant les idées éparses, et permettra de réaliser enfin la distribution de l'électricité à domicile et de généraliser son application à l'éclairage, à la force motrice, à la petite industrie et aux usages domestiques.

E. Hospitalier

Digitized by Google

LE CHYMOMÈTRE TÉLÉGRAPHIQUE

DE M. LE Dr KRONECKER DE BERLIN

Cet appareil est destiné à signaler, mesurer et inscrire les variations de la colonne de mercure d'un manomètre, et à les transmettre à un observateur éloigné, plus spécialement dans les expériences physiologiques. Dans le Chymographe de Ludwig, c'est une plume fixée à un flotteur qui trace les mouvements de la colonne de mercure sur une bande de papier se déroulant à une vitesse connue. Le nouvel appareil donne directement en millimètres les variations qui se produisent pendant un temps donné. Ce résultat est obtenu par la construction

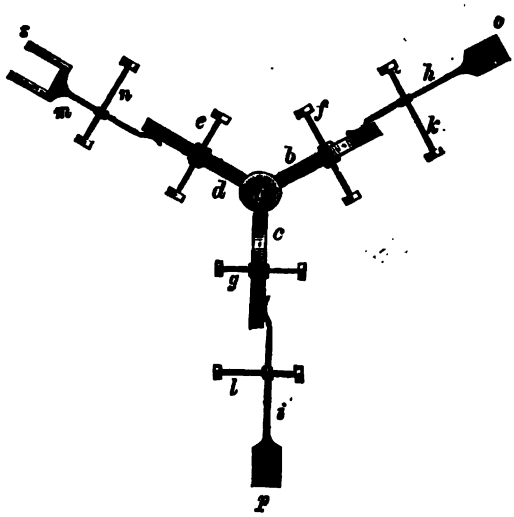


Fig. 1. — Plan de la tige du flotteur.

spéciale du flotteur qui, à chaque déplacement d'un millimètre, ferme un courant électrique.

Un téléphone graphique inscrit chaque fermeture de courant sur un cylindre recouvert de noir de fumée.

L'appareil doit donc indiquer à la fois :

1° Les variations positives ou négatives de la colonne de mercure;

2° La vitesse de variation de la pression, c'est-à-dire le nombre de millimètres dont la pression varie dans l'unité de temps;

3° La hauteur absolue de la colonne de mercure au-dessus de 0 au moment de la variation.

Pour résoudre le premier problème, la tige du flotteur est taillée

Digitized by Google

en forme de vis sur toute sa longueur, le pas est de un millimètre et le vide des filets est rempli de gomme laque ; trois petits galets à axe horizontal sont disposés à 120 degrés autour de cette tige et viennent s'appliquer contre la tige du flotteur (fig. 1 et 3).

La figure 1 représente la coupe horizontale de cette disposition sous forme de diagramme : *a* est le flotteur, *b*, *c*, *d*, les trois galets, *e*, *f*, *g*, leurs axes. Les roues *b* et *c* sont en cuivre jaune et disposées de telle sorte que, lorsqu'une d'elles touche l'arête métallique du filet de vis du flotteur, l'autre touche aussi cette partie métallique à une distance angulaire de 120 degrés. Par ce moyen, un courant électrique peut passer de *b* en *c* par l'intermédiaire du filet de vis du flotteur. Le courant est amené aux galets ou en sort par des lames de platine *h*, *i*, oscillant autour des axes *k*, *l*, et glissant à frottement doux sur les

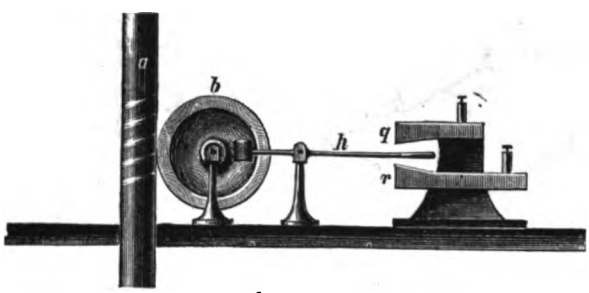


Fig. 2. — Élévation du flotteur.

faces planes des galets; les autres extrémités *a*, *p*, se terminent en ailettes.

La figure 2 représente l'élévation du flotteur *a*, une des roues de contact *b*, un des leviers *h* et les lames de contact *q* et *r*.

Lorsque le flotteur est soulevé par la colonne de mercure, il entraîne le galet *b* de gauche à droite, l'ailette *h* vient alors toucher la lame de cuivre jaune *q* ; quand le flotteur est abaissé, l'ailette *h* vient au contraire toucher la lame *r*. Chaque fois que le filet métallique du flotteur fermera le circuit, le levier *b*, *h* amènera le courant en *q* tant que durera le mouvement ascendant, et en *r* tant que le mouvement du flotteur sera descendant.

Le troisième galet *d* (fig. 3) est en caoutchouc durci ; il sert d'abord à guider le flotteur et à l'appliquer contre les deux roues métalliques et, en second lieu, il élève ou abaisse le bras court d'un levier en platine *s* dont le bras long est en forme de fourchette. Le mouvement ascendant du flotteur amène la fourchette en contact avec *t*, t_1, le mouvement descendant avec *u* et u_1.

Le système des trois galets et la disposition de l'appareil donnent

Digitized by Google

donc deux courants distincts, suivant le sens du mouvement du flotteur, ainsi que le représente le diagramme de la figure 4.

Les traits pleins indiquent la marche du courant pendant le mouvement ascendant, les traits pointillés la marche pendant le mouvement descendant.

Dans l'un et l'autre cas le courant traverse le circuit inducteur *PR* d'une bobine dont le circuit induit ou secondaire *SR* est en relation avec un téléphone enregistreur à fil très fin.

Chaque fois que la vis du flotteur passe en regard des galets, il se produit une fermeture et une ouverture du courant primaire; de même, dans le fil induit de la bobine, il se produit un courant de

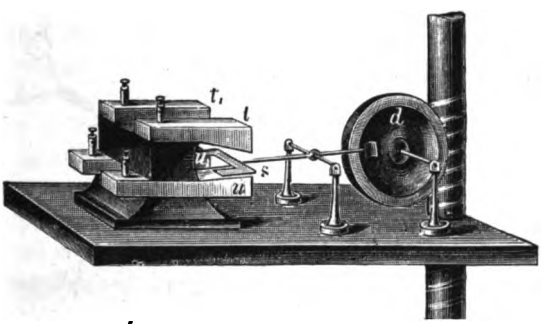


Fig. 3. — Élévation du flotteur, galet en caoutchouc durci.

fermeture et un courant d'ouverture qui affaiblit puis augmente le magnétisme de l'aimant du téléphone, ou inversement, suivant le sens du courant inducteur.

Les variations d'aimantation du téléphone agissent sur la plaque du téléphone au centre de laquelle se trouve relié un levier très léger en roseau qui, à cause des proportions des bras, amplifie les mouvements et produit des signes assez grands pour être inscrits sur l'enveloppe d'un cylindre recouvert de noir de fumée, comme dans le chymographe de Ludwig.

La fermeture du courant primaire induit dans le fil secondaire un courant inverse; l'ouverture induit, au contraire, un courant direct.

Les tracés du téléphone n'indiqueraient donc pas le sens du mouvement du flotteur si le courant induit d'ouverture n'était pas plus intense que celui de fermeture. Ce sont en général les courants d'ouverture qui s'inscrivent et, comme ils sont toujours de même sens que le courant inducteur, ils font connaître le sens de ce dernier. La pointe fine de la plume d'oie fixée à l'extrémité du levier trace sur le cylindre enregistreur une droite continue tant que le téléphone n'est pas sollicité par les courants induits; mais dès que la plaque du téléphone est

Digitized by Google

attirée par l'effet d'un courant d'induction, le levier trace une courbe en forme de vague dont la hauteur est d'environ un millimètre. La bobine d'induction employée est celle de M. du Bois-Raymond, le courant primaire est fourni par deux éléments Daniell de grandeur moyenne.

Lorsque le courant primaire sera de sens contraire, les petites ondulations seront en sens inverse et marqueront de petites vallées sur la ligne continue au lieu d'indiquer de petites montagnes comme dans le premier cas.

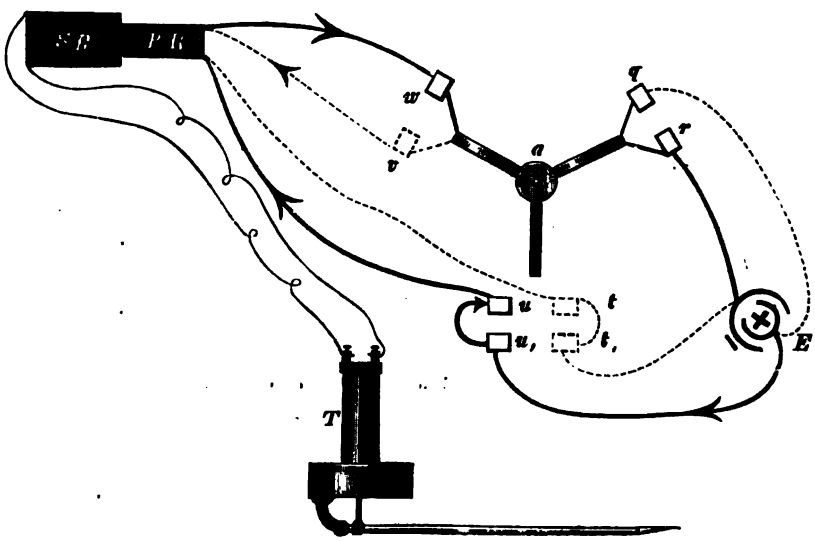


Fig. 4 — Diagramme indiquant la marche des courants.

Voilà donc la première indication obtenue, et les variations positives ou négatives de la colonne de mercure parfaitement tracées.

Pour avoir la vitesse des variations de la pression, il suffit de connaître la vitesse du cylindre enregistreur et le nombre de marques faites dans l'unité de temps par le téléphone; le rapport de ces quantités, ramenées à une durée égale, font connaître la vitesse cherchée.

Il s'agit maintenant d'inscrire la valeur absolue de la pression, c'est-à-dire la hauteur de la colonne de mercure au-dessus de 0 au moment où chaque variation se produit.

On pourrait y arriver en comptant les marques à partir de 0 au commencement de l'expérience, mais cela est peu pratique. On pourrait aussi individualiser chaque marque, ce qui est encore plus difficile.

Il est plus simple d'avoir recours à un second flotteur en fer divisé

Digitized by Google

en centimètres, sur lequel chaque point de division porte une marque particulière, de telle sorte que chaque fois que la hauteur de la colonne de mercure se trouve dans une des zones ainsi limitées de centimètre en centimètre, une marque spéciale se produise et qu'on n'eût plus alors qu'à compter les millimètres pour connaître la pression réelle à un moment donné.

A cet effet, chaque division en centimètres est représentée par un système particulier de cercles dits cercles de contact, et les intervalles remplis de gomme laque. Les cercles de contact sont au nombre de quinze. La tige de fer divisée traverse aussi un système de trois galets fixés au-dessus du premier, les deux tiges étant dans le prolongement l'une de l'autre.

Lorsqu'un cercle vient toucher les galets, il ferme et ouvre un circuit et le courant réagit sur une bobine d'induction reliée aussi à un second téléphone enregistreur.

La figure 5 fait voir les différents systèmes de cercles, le plus simple est au milieu de la barre (à la hauteur de 80 millimètres), c'est le cercle dont la largeur est d'un demi-millimètre.

Il correspond à la pression normale d'un animal à sang chaud de taille moyenne. Les autres sont plus compliqués, suivant leur distance au cercle moyen.

On peut donc ainsi, sur trois lignes parallèles distantes l'une de l'autre de 1,5 millimètres, inscrire à la fois le temps, le sens et la variation de pression du manomètre. Le cylindre enregistreur du chymographe est de 15 centimètres, son développement de 50 centimètres; il descend de 5 millimètres par tour; il en résulte que l'enveloppe

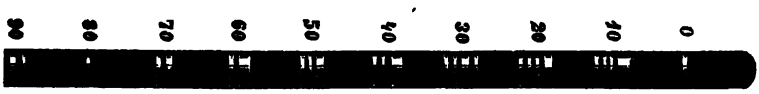


Fig. 5. — Disposition des cercles de contact du second flotteur.

entière fournira une bande de papier de 5 millimètres de largeur et de 15 mètres de longueur portant les triples indications nécessaires. Comme dans les expériences physiologiques l'on ne fait faire qu'un tour par minute à l'appareil, il pourrait fournir des indications pendant trente minutes.

L'appareil pourrait aussi être appliqué pour inscrire à distance les variations de la pression atmosphérique, ce qui serait d'une grande importance pour les observations météorologiques.

(Extrait du *Zeitschrift für Instrumentenkunde.*)

Digitized by Google

ANALOGIES ENTRE LES PHÉNOMÈNES

HYDRAULIQUES ET ÉLECTRIQUES

Le Collège de l'Université, à Londres, embrasse toutes les matières qui peuvent faire l'objet d'un enseignement scientifique, depuis la physiologie jusqu'à la mécanique appliquée. Le laboratoire des ingénieurs renferme en particulier quelques appareils destinés à représenter certains phénomènes purement scientifiques. Nous signalerons, d'après l'*Engineering*, celui qui est représenté ci-dessous dans les

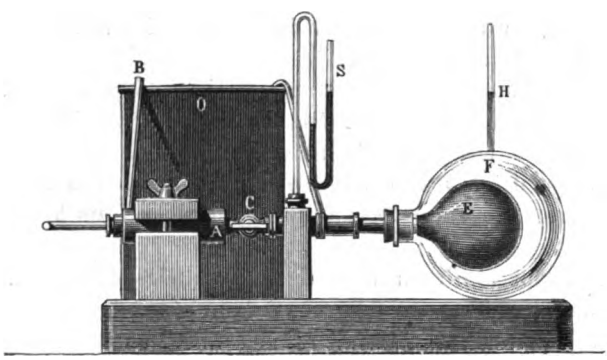


Fig. 1. — Élévation de l'appareil de M. O. Lodge.

figures 1 et 2, et qui a pour but de rendre sensible par le mouvement de l'eau dans les manomètres la marche de l'électricité dans une bouteille de Leyde. On sait, en effet, que les savants admettent aujourd'hui qu'il y a pleine analogie entre la marche du fluide électrique dans un conducteur et l'écoulement de l'eau dans un tube. On trouve là, en effet, ces deux éléments essentiels : le débit, qui doit toujours rester constant malgré les variations de section du tube ou du conducteur, et la pression motrice, qui devient le potentiel dans le cas de l'électricité. Dans une bouteille de Leyde isolée qu'on vient à charger, le fluide s'accumule sur les deux armatures intérieure et extérieure, avec une pression qu'on peut rendre manifeste au moyen d'un électroscope. L'appareil que nous signalons et qui est dû à M. Lodge, professeur assistant de physique à l'Université, reproduit tous les phénomènes qu'on observe dans ce cas, au moyen d'une double bouteille, chargée d'eau pour ainsi dire, comme on va le voir, de la manière suivante :

Digitized by Google

Une poche en caoutchouc E est fixée à l'extrémité d'un tube dans lequel la pompe A peut refouler de l'eau. Elle est placée en outre, comme on le voit, à l'intérieur d'un ballon en verre, relié à un autre tube H, communiquant avec le premier par le tube coudé L M S. L'ensemble des deux ballons, l'un en verre et l'autre en caoutchouc. représente une bouteille de Leyde, dont le premier va devenir l'armature extérieure, et le second l'armature intérieure. Le volume d'eau qui remplira l'espace vide entre les deux ballons et qui se trouvera refoulé ou aspiré, suivant qu'on détendra la poche en caoutchouc ou

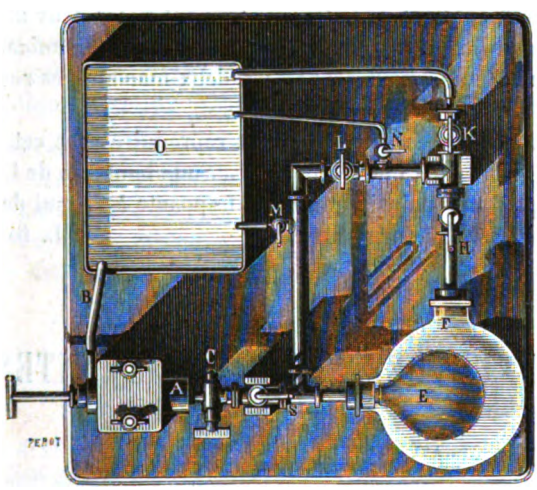


Fig. 2. — Plan de l'appareil de M. O. Lodge.

qu'on la laissera se contracter, représente la quantité d'électricité, positive ou négative, accumulée sur la bouteille. Le réservoir G, dont l'eau peut se répandre dans les deux ballons par l'intermédiaire des tubes, représente la terre; deux manomètres, placés en S et H, indiquent à chaque instant la pression de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur de la poche en caoutchouc, et jouent ainsi le rôle des électromètres. Enfin, les robinets L, C et K permettent d'ouvrir et de fermer la communication des deux ballons entre eux et de les isoler de la pompe et du réservoir.

Tous les tubes et les ballons sont d'abord remplis d'eau et les robinets ouverts; les deux manomètres indiquent alors la même pression, qui est celle du réservoir.

Si on ferme ensuite L, on isole seulement la poche du ballon sans produire d'autre changement.

Digitized by Google

Si on ferme en outre K, et si on refoule l'eau dans la poche au moyen de la pompe, la pression s'élève également dans les deux manomètres, malgré l'absence d'une communication directe. C'est le cas de la bouteille isolée qu'on essaye de charger. Ouvrez K, les deux manomètres retombent, mais D reste à un niveau un peu plus élevé. Fermez K, puis recommencez à pomper; ouvrez-le ensuite et répétez plusieurs fois la même série de manœuvres, vous chargerez peu à peu la bouteille, l'électricité, c'est-à-dire la pression de l'eau, s'exerce à l'intérieur, et le manomètre D s'élève, tandis que H reste à zéro. Isolez tout à fait la bouteille de la pompe, qui joue ici le rôle de machine électrique en fermant C, et de la terre en fermant K, les deux manomètres restent immobiles; mais si vous rétablissez la communication entre les deux armateurs en ouvrant L, les deux manomètres reviennent à zéro.

On peut varier ces expériences et reproduire avec cet ingénieux appareil tous les faits qu'on observe avec une bouteille de Leyde ordinaire, ce qui fournit ainsi une preuve frappante à l'appui de l'assimilation que nous signalons plus haut. L. Baclé.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 avril 1881.

M. J. Lawrence Smith, présente une note *sur une anomalie magnétique du fer météorique de Sainte-Catherine* (Brésil). Il contient 66 pour 100 de fer et 34 de nickel. Voici comment M. Smith expose l'anomalie qu'il a observée avec ce fer météorite :

L'aimant dont je fais usage pour les séparations, dans l'analyse des météorites, est une barre cylindrique d'acier, longue de $0^m,15$, et ayant $0^m,007$ de diamètre; elle peut soutenir par chacun de ses pôles, dont l'un est terminé en pointe, un fragment d'acier de 30 à 40 grammes.

Si nous approchons cette barre de petits fragments détachés du fer de Sainte-Catherine et ne pesant pas plus de 0 gr. 100 à 0 gr. 200, nous trouvons que l'aimant n'a sur eux qu'une action très faible; mais, si nous aplatissons ces fragments en les frappant sur une surface d'acier, avec un marteau également en acier, elles deviennent très sensibles à l'aimant. Pour éviter toute adhérence d'acier,

Digitized by Google

j'ai répété l'expérience après les avoir aplatis au travers de feuilles de laiton, et le résultat a été le même.

D'un autre côté, en chauffant au rouge le fer primitif, on le rend encore plus facilement attirable que par l'aplatissement.

J'ai tenté des expériences analogues avec des fragments de la météorite d'Octibbeha, qui, on le sait, est caractérisée par sa richesse exceptionnelle en nickel, s'élevant à 60 pour 100; mais son attraction magnétique ne présente rien qui la distingue des autres fers météoriques.

On n'a jamais observé, je crois, dans aucune substance, les particularités magnétiques que je signale dans le fer de Sainte-Catherine.

Ce qui les rend plus remarquables encore, c'est que la météorite est plus ou moins polaire et que le sulfure qu'elle contient est fortement magnétique. Je laisse aux physiciens le soin de les expliquer.

M. le Ministre de l'Instruction publique ayant invité l'Académie a lui présenter un certain nombre de ses membres pour prendre part aux travaux du Congrès des Électriciens, l'Académie, sur la proposition de la Section de physique, désigne au choix de M. le Ministre les membres des Sections de physique, de chimie et de mécanique.

Note de M. J. Violle sur les intensités lumineuses des radiations émises par le platine incandescent.

M. Violle a effectué ses mesures à des températures fixées par le point de fusion de certain corps, dont voici la nomenclature :

Point de fusion	de l'argent	. . . . .	954°
— —	de l'or	. . . . .	1045°
— —	du palladium	. . . . .	1500°
— —	du platine	. . . . .	1775°

Voici les résultats obtenus par M. Violle, en y ajoutant ceux d'une série de mesures faites à 775 degrés (température mesurée par la méthode calorimétrique). La source lumineuse prise comme terme de comparaison a été, dans toutes les expériences, la lampe Carcel type, brûlant 42 grammes d'huile à l'heure.

	INTENSITÉS			
TEMPÉRATURES	λ = 656 C	λ = 589,2 D	λ = 555 (E = 527)	λ = 482 (F = 486)
775°	0,00300	0,00060	0,00030	»
954°	0,01544	2,01105	0,00715 (?)	»
1045°	0,05050	2,0402	0,0265	0,0162
1500°	2,3710	2,417	2,198	1,894
1775°	7,8290	8,932	9,759	12,160

Digitized by Google

M. Violle exprime les résultats de ses expériences par la formule empirique :

$$I = mT^{\alpha}(1+E\alpha-T),$$

formule dans laquelle I est l'intensité d'une radiation simple, T la température absolue, m, E et α, des constantes qu'il faudra déterminer.

Sur le changement de volume qui accompagne le dépôt galvanique d'un métal. Note de M. E. Bouty, présentée par M. Jamin.

Dans les notes antérieures, j'ai établi : 1° que les dépôts galvaniques éprouvent une variation de volume, d'où résulte une pression excercée sur le moule qui les reçoit[1]; 2° que le phénomène de Peltier se produit à la surface de contact d'une électrode et d'un électrosyte[2]. De nouvelles observations m'ont amené à reconnaître que les deux phénomènes sont connexes et que le premier est une conséquence du second.

On constate nettement le phénomène de Peltier quand l'électrolyse n'est pas doublé par des actions secondaires énergiques, et particulièrement avec le sulfate et l'azotate de cuivre, le sulfate et le chlorure de zinc, le sulfate et le chlorure de cadmium. Pour l'un quelconque de ces sels, on peut déterminer une valeur I de l'intensité du courant qui produit le dépôt métallique telle, que pour toutes les intensités supérieures l'électrode s'échauffe, et qu'elle se refroidisse pour les intensités moindres. Je désignerai cette intensité I sous le nom de *point neutre des températures*.

Le fait nouveau que j'ai observé, c'est que, dans l'électrolyse des mêmes sels, il est toujours possible d'abaisser l'intensité du courant au-dessous d'une limite I telle, que la compression produite par le dépôt se change en une traction, c'est-à-dire que, au lieu de se contracter, le métal se dilate en se solidifiant. Cette inversion, quoique non douteuse, est assez difficile à constater avec le sulfate de cuivre : il faut employer comme électrode négative un thermomètre sensible à $\frac{1}{100}$ de degré et prendre des précautions assez minutieuses pour éviter les déformations accidentelles du dépôt; mais on l'observe très aisément avec l'azotate de cuivre, le sulfate de zinc et le chlorure de cadmium. Il y a donc un *point neutre de la compression* dans les mêmes cas où il y a *point neutre des températures*. Avec les sels de fer, de nickel, etc., pour lesquels on ne peut constater de point neutre des

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 714.
[2] *Ibid.*, t. LXXXIX, p. 146, et t. XC, p. 987.

Digitized by Google

températures il n'y a pas non plus de point neutre de compression; alors l'électrode négative s'échauffe toujours et le dépôt obtenu est toujours un dépôt comprimant.

Sur la conductibilité voltaïque des gaz échauffés.
Note de M. R. Blondlot.

La résistance électrique des gaz suit des lois très différentes de celles qui ont été établies pour les solides et les liquides. M. Blondlot, en présence des divergences d'opinion sur la question, a voulu mettre hors de contestation l'existence de la conductibilité des gaz au moyen d'une expérience dans laquelle toutes les parties de l'appareil seraient constamment accessibles au regard.

Voici comment M. Blondlot a disposé l'expérience :

« Sur un circuit sont installés un élément à sulfate de cuivre et un électromètre capillaire; le circuit est interrompu en un point, et chacune des extrémités du fil est relié à une plaque de platine d'environ $0^m,03$ de diamètre; les deux plaques sont maintenues verticales, en regard et parallèles au moyen de longs tuyaux de pipe isolés à la partie inférieure. La distance des plaques étant réglée à $0^m,002$ ou $0^m,003$, il est clair que le circuit est interrompu par la couche d'air interposée et que l'électromètre reste immobile.

« Voici maintenant l'expérience. On commence par fermer l'électromètre sur lui-même, au moyen du pont qui lui est annexé; puis, à l'aide d'un chalumeau de lampe d'émailleur, on porte au rouge les deux plaques de platine (pendant cette opération l'électromètre reste toujours au zéro, puisqu'il est fermé par le pont). On enlève alors la flamme, puis, un instant après, le pont : aussitôt le mercure de l'électromètre sort du champ du microscope. Par conséquent, la continuité du circuit, qui était interrompue par l'air froid, est rétablie par l'air chaud : il ne peut rester aucun doute sur l'existence de la conductibilité voltaïque des gaz chauds.

« M. Becquerel avait constaté l'apparition du pouvoir conducteur des gaz à la chaleur rouge seulement, j'ai pu observer ce pouvoir à des températures beaucoup moins élevées.

« L'appareil qui m'a servi est le même que le précédent, sauf que la pile est composée de 5 bunsens ; il suffit de placer au-dessous des plaques de platine, à une distance de $0^m,40$, un bec de gaz d'éclairage, pour constater le passage de l'électricité. La température moyenne du gaz est dans ce cas assez peu élevé pour qu'on puisse y maintenir la main : un thermomètre y accuse une température moyenne finale de 60° à 70°.

Digitized by Google

« L'interposition d'un écran, ou l'agitation de l'air empêche le phénomène. La lampe peut être remplacée par un corps incandescent, tel qu'une grosse baguette de verre portée au rouge; par conséquent, l'air atmosphérique lui-même est susceptible de devenir conducteur.

« J'ai observé que, si les deux plaques de platine sont inégalement échauffées, il se produit des forces électromotrices considérables : la plaque la plus chaude constitue un pôle négatif par rapport à l'autre. Le sens de ce phénomène est le même que celui qui a été observé par M. A. Becquerel dans la flamme elle-même. »

Sur les décharges internes des condensateurs électriques. Note de M. E. Villari, présentée par M. Jamin. (Extrait par l'auteur.)

« Lorqu'on décharge une batterie fortement chargée, il se produit dans son intérieur un bruit sourd caractéristique. Le verre des bouteilles aux bords des armatures s'éclaire vivement, et il s'y développe de la chaleur, comme je l'ai constaté en introduisant une des bouteilles dans un thermomètre à air convenablement disposé.

« Donc, en dehors de la décharge *ordinaire* externe de la bouteille, il y en a une autre dans son intérieur, que j'appellerai *interne* pour la distinguer de la première. Elle a lieu le long des parois du condensateur dépourvues des armatures, et elle est appréciable par la lumière et la chaleur qui l'accompagnent. En mesurant la décharge interne par les dilatations thermométriques qu'elle engendre, on arrive aux conclusions suivantes :

« 1° La chaleur développée par la décharge interne peut se négliger avec de faibles décharges; cependant au delà de certaines limites, elle se manifeste et augmente très rapidement avec les décharges mêmes; ainsi un premier moyen pour augmenter cette chaleur interne, c'est de se servir de bouteilles chargées à un potentiel très élevé.

« 2° La décharge interne augmente sensiblement si l'on produit l'étincelle extérieure entre deux petites boules de 20^{mm} à 30^{mm} de diamètre; elle diminue au contraire presque de la moitié si l'on provoque l'étincelle entre une pointe et une des boules. C'est l'inverse pour la chaleur produite par l'étincelle excitatrice externe.

« 3° La décharge interne augmente pour une charge donnée si l'on diminue l'armature interne de la bouteille jusqu'à ce qu'elle rejoigne l'armature externe; à partir de là elle reste à peu près indépendante de l'étendue de l'armature dans les limites où j'ai opéré. La raison de ces phénomènes est complexe : ils dépendent en partie

Digitized by Google

de la variation que subit le potentiel et la décharge avec l'extension de l'armature, en partie de l'influence qu'exercent les différentes étendues des deux armatures sur le nombre et la grandeur des étincelles.

« 4° La décharge interne est la même avec une bouteille ordinaire ou avec une boutelle étincelante.

« 5° La décharge interne diminue jusqu'à zéro, lorsqu'on augmente beaucoup la résistance du circuit extérieur.

« 6° La décharge interne, toutes choses égales d'ailleurs, parait un peu plus forte avec une armature interne de mercure. A part cela, la bouteille se comporte comme une bouteille ordinaire avec une armature d'étain.

« Les conclusions précédentes, déduites des dilatations thermométriques, sont complètement confirmées par les phénomènes lumineux qui se manifestent dans les bouteilles, puisque l'éclat et la grandeur des étincelles internes correspondent presque exactement et toujours à l'étendue des dilatations thermométriques.

« 7° Les décharges internes dépendent, selon moi, de ce que chaque armature induit ou excite dans la lame isolante une zone chargée d'électricité, opposée à la sienne, les zones induites par les deux armatures étant séparées par une autre zone de verre à l'état naturel. Au moment de la décharge, une partie de l'électricité de l'armature et de la zone électrisée se neutralisent avec production d'étincelles et de chaleur : de là la décharge interne.

« 8° On peut démontrer l'existence de ces zones électrisées par les figures électriques que l'on obtient en projetant sur un carreau de Franklin en verre verni, ou mieux en ébonite, ou sur une bouteille de Leyde chargée, le mélange bien connu de soufre et de minium.

« Après la décharge des condensateurs on ne distingue plus ces figures, car les zones électrisées se détruisent plus ou moins complètement à l'instant même.

« 9° Lorsque le carreau de Franklin a des armatures inégales, la zone neutre du côté de la petite armature, ainsi que la zone électrisée, augmente d'étendue au moment de la décharge, du moins dans certains cas.

« 10° En étudiant par cette méthode des carreaux de verres d'armatures inégales, ou mieux des carreaux d'ébonite d'armatures inégales ou égales, j'ai observé qu'après avoir déchargé ces tableaux, comme à l'ordinaire, les armatures se présentaient chargées d'électricité opposée à celle qu'elles avaient originairement.

« Peut-être cette méthode de recherches modifiée et plus étendue

Digitized by Google

pourra nous offrir à l'avenir d'utiles indications sur l'inversion des décharges, sur l'influence des isolants et des vernis dont on fait usage dans les condensateurs, ainsi que sur la différente manière des deux électricités de se répandre sur les isolants; toutes questions sur lesquelles j'espère pouvoir revenir un jour. »

Séance du 11 avril 1881.

Les communications électriques sont rares cette semaine. Elles se réduisent à deux.

M. Warren de la Rue fait hommage à l'Académie d'une conférence faite par lui, à l'Institut royal de Londres, sur les phénomènes de la décharge électrique. Les expériences ont été effectuées avec une pile à chlorure d'argent de 14 400 éléments.

M. L. Pilleux adresse une nouvelle rédaction de sa Note relative à la thermo-électricité. (Renvoi à MM. Edmond Becquerel et Berthelot, commissaires.)

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance annuelle de Pâques, le 20 avril 1881.

La Société de physique profite de la présence des savants de province à Paris, à l'occasion des vacances de Pâques et de la réunion des sociétés savantes, pour faire une exhibition rétrospective de tous les appareils qui lui ont été présentés dans l'année, avec expériences à l'appui.

Cette heureuse idée, dont le succès va toujours grandissant, répond donc à un besoin véritable et rend des services précieux à bon nombre de professeurs qui, sans cela, ne connaîtraient les travaux de la Société que par ses bulletins.

La réunion du mercredi 20 avril était particulièrement intéressante et les trois quarts au moins des appareils exposés étaient plus ou moins spécialement consacrés aux études et aux applications de la science électrique vers laquelle sont dirigées aujourd'hui la plupart des recherches des physiciens.

Nous ne fatiguerons pas le lecteur par une longue et fastidieuse énumération des appareils exposés. La plupart d'entre eux sont déjà connus d'ailleurs et les plus nouveaux seront décrits en détail avec figures à l'appui dans l'*Électricien*.

Nous signalerons seulement aujourd'hui le système d'éclairage

Digitized by Google

électrique de M. Debrun qui faisait pour la première fois son apparition à Paris. M. Debrun est un jeune préparateur à la Faculté des sciences de Bordeaux, qui mêle à une certaine ingéniosité une très grande adresse et exécute lui-même, avec les ressources de construction souvent restreintes d'un laboratoire, tous les appareils qu'il imagine.

Le système d'éclairage de M. Debrun consiste en une bougie électrique inextinguible ou, plus exactement, à rallumage automatique.

La bougie proprement dite se compose de deux crayons de charbon Carré de 6 millimètres de diamètre et de 20 à 30 centimètres de longueur disposés parallèlement à une distance de 2 à 3 millimètres et dont le parallélisme est assuré par une petite plaque de verre placée à la base entre les deux charbons. L'ensemble est assujetti par du papier verni isolant et deux ligatures en fil de fer. Voilà la bougie constituée très simplement, comme on le voit, et le parallélisme des charbons très suffisamment maintenu.

La bougie se plante dans un chandelier spécial qui, pour les éclairages de durée, peut en recevoir deux, qui s'allument successivement et automatiquement. Voici maintenant comment se produisent l'allumage et le rallumage automatiques.

A la base de la bougie est fixé un petit électro-aimant dont l'armature porte un petit morceau de charbon qui, lorsque le courant le traverse, attire l'armature et vient appliquer le petit morceau de charbon près de la base de la bougie. Le courant traverse alors la bougie elle-même grâce au contact ainsi établi et l'arc se forme à la base de la bougie. Dès que le courant traverse la bougie, un petit électro-aimant placé dans le même circuit que la bougie elle-même et placé à part, comme un relais, agit sur une armature reliée à un commutateur à mercure et coupe le circuit de l'électro-aimant d'amorçage qui était placé en dérivation.

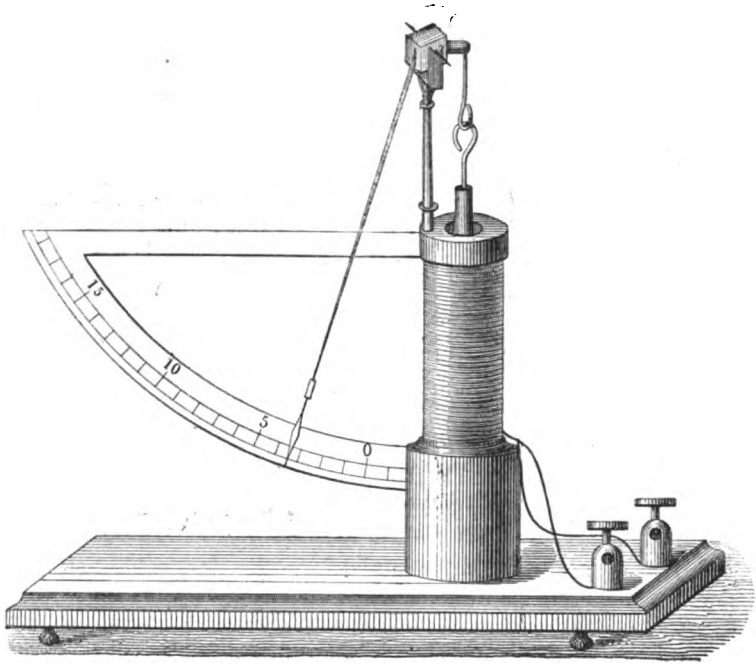
Le courant traverse donc la bougie seulement et le courant d'air chaud qui s'établit à la base, par suite de l'arc qui est formé, amène promptement l'arc à l'extrémité. Tant que la bougie brûle, l'électro-aimant du relais maintient le circuit de l'allumage ouvert et le petit morceau de charbon éloigné de la bougie. Si elle vient à s'éteindre, le commutateur du relais retombe, ferme le circuit de l'électro d'allumage et la même série de phénomènes se reproduit.

Lorsque la première bougie est usée, l'arc vient brûler un petit fil de laiton placé à la partie inférieure; un gros fil de laiton tordu en forme de ressort se trouve lâché et quitte le contact qui amenait le courant sur la bougie n° 1 pour l'amener aussitôt sur la bougie n° 2 dont l'allumage se produit dans les mêmes conditions.

M. Debrun, pour se rendre compte à chaque instant de l'intensité

Digitized by Google

du courant qui traverse sa bougie a construit le petit appareil représenté ci-dessous, et dont le fonctionnement se comprend à l'inspection seule de la figure. C'est une véritable balance électrique, mise sous forme de *peson*, et dont une disposition identique avait été déjà décrite par M. Dolbear, il y a plus de deux ans, dans le *Science Observer*.



Peson électrique.

Nous ne signalons cette coïncidence que pour bien montrer que les esprits engagés dans le même ordre de recherches sont amenés souvent, par le raisonnement, à des dispositions d'appareils souvent semblables, quelquefois même identiques. Quel que soit d'ailleurs l'inventeur de cette forme particulière de balance électrique, elle est simple, commode et pratique, et ses variations suivent très rapidement les variations du courant.

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

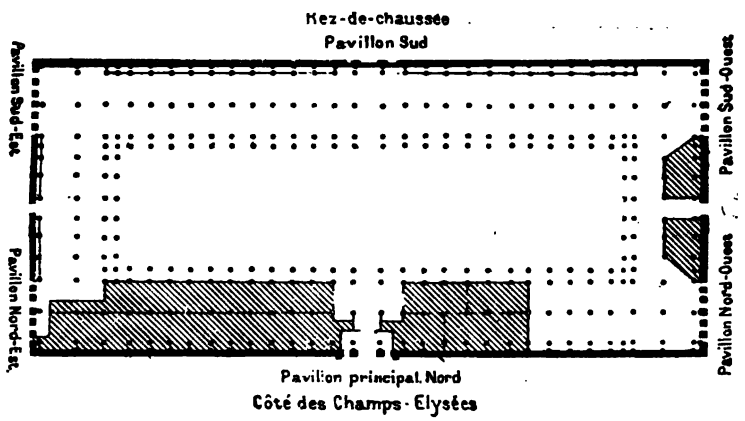
La séance du 1er avril a été presque uniquement remplie par une très intéressante communication de M. *J. Armengaud jeune*, sur l'installation et l'exploitation des réseaux téléphoniques. Nous signale-

Digitized by Google

rons tout particulièrement l'historique de l'exploitation des réseaux téléphoniques dans lequel M. Armengaud a condensé, à la fin de sa conférence, une foule de renseignements très précieux sur le développement et les conditions d'existence actuelles des sociétés téléphoniques aux États-Unis, en Angleterre, en Allemagne, en Belgique et en France.

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ

Nous complétons aujourd'hui les documents officiels sur l'Exposition internationale d'électricité auxquels nous avons consacré le supplément de notre premier numéro : le lecteur de l'*Électricien* sera ainsi au courant de toutes les dispositions prises jusqu'ici par la Commission d'organisation et le Commissaire général pour assurer le succès à cette grande fête scientifique.



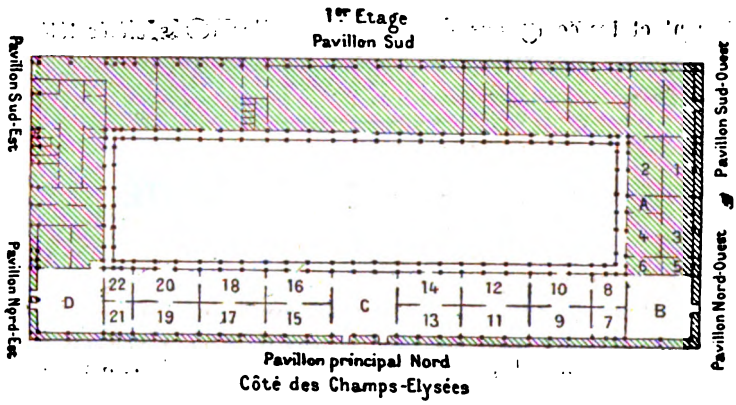
Nous reproduisons aussi le plan du rez-de-chaussée et du premier étage de l'Exposition à l'échelle de 1/3000. Les parties hachurées sont celles qui sont réservées à d'autres services [1]. Nous reproduirons plus tard ces plans à une plus grande échelle avec toutes les indications précises sur les places réservées aux exposants et la nature de leur exposition particulière.

Nous ne devons pas passer sous silence l'offre faite par M. S. Philippart, de mettre à la disposition de M. le Ministre des Postes et Télégraphes une somme de *cent mille francs*, pour être distribuée,

[1] C'est par erreur que les parties 1, 2, 3, 4, 5, 6 et A du plan du premier étage ont été hachurées, elles appartiennent à l'exposition d'électricité.

Digitized by Google

au moment de l'Exposition, aux inventeurs des meilleures machines dynamo-électriques destinées à servir d'électro-moteurs.



Nous croyons savoir que la réponse faite à M. Philippart au sujet de cette offre séduisante a été identique à celle faite il y a un mois à M. Johnston, pour une proposition analogue, mais dans des proportions plus modestes.

La proposition a été renvoyée à l'examen du Congrès. C'est là une mesure sage et que nous ne saurions trop approuver. D'ici à cette époque, la question se sera éclaircie et le Congrès pourra décider alors en connaissance de cause sur l'accueil qu'il faut faire à cette proposition peut-être un peu intéressée sous ses apparences généreuses.

DOCUMENTS OFFICIELS

AVIS AUX EXPOSANTS FRANÇAIS

FORCE MOTRICE ET COURANTS.

I. — Tarif de la force motrice. — Conditions de sa fourniture.

L'exposant qui désirera avoir de la force motrice, ou de la vapeur seulement, à sa disposition pendant la soirée ou pendant la journée, devra faire sa demande en indiquant la quantité de chevaux et le nombre d'heures de fonctionnement qu'il désirera dans l'après-midi d'une part, et dans la soirée de l'autre. Ces demandes devront être adressées, par l'intermédiaire du commissaire général, à M. H. Fontaine, ingénieur, 15 rue Drouot, à Paris, président du Syndicat auquel l'entreprise générale de la force motrice a été concédée.

La fourniture sera faite aux conditions suivantes aux exposants qui feront usage quotidiennement de force motrice ou seulement de vapeur :

1° *Exposants ayant besoin de force motrice, c'est-à-dire n'étant pas munis par eux-mêmes de moteurs en état de fonctionner.*

Digitized by Google

Les engagements seront tous contractés pour une durée de cent jours au moins. — Le prix sera invariablement de un franc par cheval et par heure. — Aucun escompte ne sera fait sur en engagement ne dépassant pas *mille francs*, ce qui correspond, par exemple, à un cheval-vapeur par jour durant dix heures, ou à dix chevaux-vapeur par jour durant une heure, pendant cent jours consécutifs. — Des escomptes de 10, 20 et 40 pour 100 seront consentis respectivement pour les engagements supérieurs à mille francs, à cinq mille francs et à dix mille francs, ce qui réduira le prix de la force motrice, par cheval et par heure, à 90, 80 et 60 centimes, suivant l'importance des demandes.

2° *Exposants ayant besoin de vapeur seulement, c'est-à-dire étant munis par eux-mêmes de moteurs à vapeur en état de fonctionner.*

La vapeur sera fournie au prix de 75 centimes par cheval et par heure, pour un engagement ne dépassant pas mille francs. — Des escomptes de 10, 20 et 40 pour 100 seront consentis respectivement pour les engagements supérieurs à mille francs, à cinq mille francs et à dix mille francs ; tous les engagements devant être contractés pour une durée de cent jours au moins.

En ce qui concerne les exposants qui auront besoin de force motrice, ou seulement de vapeur d'une façon intermittente, le prix sera uniformément de un franc par cheval et par heure. L'entrepreneur se réservera de fixer, d'accord avec ces exposants, les jours et heures de fonctionnement, afin de ne pas être obligé, à un moment donné, de livrer plus de force motrice qu'il n'en possédera.

II. — Observations générales.

Les générateurs de vapeur employés par l'entrepreneur de la force motrice seront les seuls qui pourront fonctionner dans l'enceinte de l'exposition.

Les autres générateurs admis à être exposés dans la classe 14 seront laissés à l'état inerte.

III. — Transmissions.

L'entrepreneur de la force motrice installera gratuitement les arbres de couche principaux et les courroies communiquant le mouvement du moteur à ces arbres. Les exposants auxquels la force motrice sera fournie complètement profiteront de ces arbres de couches principaux, mais ils devront fournir, à leurs frais, les transmissions intermédiaires (arbres, paliers, poulies et courroies) et les installer eux-mêmes dans les conditions exigées par leurs appareils.

Lorsque l'entrepreneur fournira seulement la vapeur, il ne s'occupera d'aucune transmission ; les arbres de couche principaux, les arbres intermédiaires, les poulies, les paliers et les courroies seront, dans ce cas, fournis et installés par les exposants, à leurs frais, risques et périls.

IV. — Courants électriques.

Les courants électriques ne pourront pas faire l'objet d'une fourniture par entreprise. Il sera donc essentiel que les exposants qui en auront besoin se procurent par eux-mêmes les machines magnéto-électriques et dynamo-électriques qui seront nécessaires. Dans le cas où ils n'en posséderaient pas, ils devront en louer.

Une circulaire renfermant des dispositions analogues a été envoyée aux exposants étrangers par le Commissaire général. Sa reproduction ferait double emploi avec l'avis aux exposants français, nous ne pouvons donc que la mentionner.

Digitized by Google

CIRCULAIRE AUX FABRICANTS DE MACHINES-OUTILS

Monsieur,

Il est désirable d'organiser à l'Exposition internationale d'électricité une sorte d'atelier modèle dans lequel les machines-outils au lieu d'être mises en action par l'entremise directe d'un arbre de couche commandé par un moteur, recevraient leur mouvement d'une ou plusieurs machines magnéto-électriques.

Ces dernières machines seraient en communication électrique éloignée avec d'autres machines semblables, mues elles-mêmes par des moteurs quelconques.

Bien que votre industrie ne rentre pas dans le cadre des applications directes de l'électricité, je serais disposé, pour le cas spécial que je viens de vous indiquer, à accueillir quelques-uns de vos appareils dans l'enceinte du palais des Champs-Élysées, et votre nom, en cas d'acquiescement, serait inscrit au catalogue.

Je vous serais donc obligé, si ma proposition vous agrée, de vouloir bien me faire connaître, le plus tôt qu'il vous sera possible, la nature et le nombre des machines-outils qu'il vous conviendra d'envoyer.

Je vous adresse ci-inclus, à cet effet, un formulaire de demande d'admission que vous n'aurez qu'à remplir comme vous le jugerez convenable.

Agréez, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée,

Le Commissaire général.

CIRCULAIRE AUX JOURNAUX SCIENTIFIQUES

Monsieur le Directeur,

J'ai l'honneur de vous rappeler que l'Exposition internationale d'électricité, conformément à l'article 15 de son règlement général ci-inclus, admettra « les collections « bibliographiques d'ouvrages concernant la science et l'industrie électriques, plans, « cartes, etc. »

En conséquence, j'ose compter que vous voudrez bien envoyer une collection de votre journal qui sera exposée. De plus, il serait bon que vous fassiez, à l'usage des personnes qui fréquenteront la salle de lecture, l'envoi régulier des numéros qui paraîtront pendant la durée de l'Exposition.

Je suis heureux de pouvoir vous offrir cette occasion de répandre et de faire apprécier votre estimable journal.

Le Cercle de la Librairie de Paris veut bien prêter les vitrines nécessaires à l'exposition bibliographique. Chaque exposant de cette catégorie n'aura donc à supporter qu'une part proportionnelle des frais minimes qui résulteront du transport, du montage et de la mise en état de ces vitrines. A ce sujet, vous pouvez vous adresser directement à M. Georges Hachette, président du Cercle de la Librairie, 79, boulevard Saint-Germain, à Paris.

Je vous prie, si vous acceptez mes propositions, de vouloir bien remplir et m'envoyer la demande jointe au Règlement inclus.

Agréez, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma parfaite considération,

Le Commissaire général,

G. Berger.

Digitized by Google

COMITÉ DES FINANCES

MM. Le Ministre des Postes et des Télégraphes, *Président.*

L'amiral Pothuau, sénateur, *Président-adjoint.*

Alfred André, banquier.

Berthier, Ch., ancien président du Tribunal de commerce, Président du Conseil d'administration de la Compagnie générale des Omnibus.

Bischoffsheim, R., banquier.

Denion du Pin, administrateur des Messageries nationales.

Durrieu, président de la Société générale de Crédit industriel et commercial.

Germain, Henri, député.

Girod, Gustave, directeur du Comptoir d'escompte de Paris.

Hébrard, sénateur.

Hérault, Alfred, député.

Hunebelle, Jules.

Joubert, A. E. L.

Mestreau, Frédéric, député.

Reinach (Baron J. de).

Rothschild (baron Gustave de), banquier.

Roy, Gustave, Président de la Chambre de commerce de Paris.

Masson, Georges, libraire-éditeur, administrateur du Comptoir d'escompte de Paris, *Secrétaire.*

CATALOGUE DE L'EXPOSITION

Résumé des dispositions générales.

Le catalogue général officiel formera un volume in-8° jésus.

Les noms des exposants seront inscrits par pays, en commençant par la France et en suivant l'ordre alphabétique des pays. — Dans chaque section nationale du catalogue, l'ordre de la classification générale par groupes et par classes sera suivi, et les exposants de chaque classe seront inscrits dans leur ordre alphabétique. Le numérotage général des exposants sera fait en commençant par le premier exposant inscrit dans la première classe de la section française du catologue et sera continué, sans interruptions ni répétitions, jusqu'à la fin du catologue, en ne tenant compte ni du passage d'une section à une autre, ni de celui d'une division de la classification générale à une autre.

Une liste générale des noms par ordre alphabétique des exposants étrangers et français, avec renvoi aux pages où ces noms sont inscrits, sera imprimée à la fin du volume.

Chaque exposant aura droit à une ligne pour l'inscription de son numéro d'ordre, de son nom et de ses prénoms; à une autre ligne pour l'inscription de son adresse, et à quatre lignes au plus pour la désignation sommaire des objets exposés par lui.

Digitized by Google

Si le même exposant expose dans plusieurs classes, il aura droit au même nombre réglementaire de lignes pour chaque inscription autorisée.

Les renseignements pour la rédaction du catalogue devront arriver au commissariat avant le 15 mai.

L'adjudicataire du catalogue aura le droit de faire des offres de service aux exposants français et étrangers pour donner plus d'étendue dans le corps du catalogue à la nomenclature et à la description des objets exposés par chacun d'eux, et pour insérer, à la suite du catalogue proprement dit, et sur des folios supplémentaires, ou sur la couverture, des annonces, mentions spéciales, réclames et vignettes.

Les commissaires étrangers devront s'entendre avec l'adjudicataire pour faire publier à part en français le catalogue de leurs sections, ainsi que pour les traductions. Le format de ces extraits et traductions devra être uniforme.

LISTE DES MEMBRES

DÉSIGNÉS PAR LES NATIONS ÉTRANGÈRES POUR FAIRE PARTIE DU CONGRÈS ET DE L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ.

(*Voir le numéro du* 15 *avril* 1881, *page* 64).

AUTRICHE . . . . . *Exposition.* — **M. Maximilien de Leber**, commissaire de l'inspection générale des chemins de fer autrichiens.

ÉTATS-UNIS . . . . . *Exposition.* — **M. Lévi P. Morton**, envoyé extraordinaire et ministre plénipotentiaire des États-Unis en France, *commissaire général.* — **M. R. R. Hitt**, sous-secrétaire d'État à Washington, commissaire général pour toutes les questions à examiner ou à décider aux États-Unis. — **M. George Walker**, consul général des États-Unis à Paris, *commissaire honoraire exécutif.* — **M. Charles R. Goodwin**, *commissaire honoraire.* — **George E. Gourand**, *commissaire honoraire.* — Le professeur **George F. Barker**, *commissaire honoraire.* Le secrétaire de la commission est **M. Philip Walker**, les bureaux sont installés 3, rue Scribe, à Paris.

Congrès. — Le professeur **George F. Barker**, de l'université de Pensylvanie, *délégué.* — Le capitain **D. P. Heap**, du corps du génie, *délégué militaire.* — Le lieutenant **F M. Lean**, de la marine des États-Unis, *délégué naval.* —

Digitized by Google

FAITS DIVERS

—

M. Gaston Planté vient d'être nommé chevalier de la Légion d'honneur. C'est un honneur qui était bien dû au savant dont le mérite égale la modestie et que ses beaux travaux auraient dû désigner depuis longtemps déjà au choix des ministres, si les préoccupations d'ordre purement politique laissaient plus de temps pour examiner et récompenser les études qui honorent et relèvent la science française.

—

M. William Henri Preece, le savant électricien du Post-Office de Londres, vient d'être nommé membre de la Société royale de Londres. Personne n'était plus digne de faire partie de cette célèbre institution qui l'a si souvent applaudi comme conférencier : c'est un hommage auquel nous nous associons de grand cœur, et un choix que nous approuvons sans réserves.

—

Éclairage électrique. On sait que les Directeurs des grands magasins du Louvre ont fait la première application sérieuse de l'éclairage électrique par les procédés Jablochkoff. Voici l'état actuel de ce service, dont nous devons le détail à M. Honoré, ingénieur de la maison.

« Il y a 24 foyers d'éclairage du jour pour les galeries sombres et 96 foyers d'éclairage de nuit. La force motrice est fournie par des chaudières Belleville et deux machines à vapeur à condensation, système Corliss. »

« La force motrice absorbée par chaque foyer est de 5/6 de cheval-vapeur.

« Chaque foyer consiste en une bougie Jablochkoff de 22 centimètres de long ; les charbons ont 4 millimètres de diamètre et sont métallisés par un dépôt mince de cuivre déposé par les procédés galvanoplastiques. »

« Pour bien définir les conditions du travail absorbé, il faut ajouter que les machines se composent d'excitatrices et de distributrices. Ces dernières fournissent chacune 8 circuits et dans chacun de ces circuits sont placées 5 bougies. »

Nous croyons que cette installation d'éclairage électrique est la plus importante qui existe aujourd'hui sous une seule main et dans un seul établissement.

—

Transport électrique de la force. Tout le monde connaît les ballons du Louvre que nos enfants transportent dans tout Paris, et qui leur causent tant de joie. Ces ballons ont été autrefois gonflés à l'hydrogène, puis au gaz d'éclairage ; c'étaient alors des ballons s'élevant en l'air par leur légèreté spécifique. Quelques petits accidents survenus par l'inflammation du gaz y contenu ont décidé MM. Chauchard et Cie à gonfler tout simplement ces

Digitized by Google

ballons avec l'air. La fabrication et le gonflement de ces ballons occupent un atelier situé dans une maison (2, rue de Valois), derrière l'hôtel du Louvre. Une pompe de compression nécessaire à cette opération fonctionnait à bras d'homme ; M. Honoré a eu l'idée d'employer à ce travail une partie de la force, surabondante pendant le jour, des machines à vapeur placées dans les caves du grand bâtiment, transportée dans l'atelier des ballons au moyen de l'électricité. On s'est adressé à M. Gramme qui a placé deux machines, l'une à la cave de l'hôtel tournant à 1090 tours à la minute, l'autre rue de Valois qui tourne à des vitesses différentes suivant les besoins, comme nous allons le dire.

Deux cordes de 7 fils de cuivre de 11/10^{mm} chacun et de 150 mètres de long constituent un circuit d'une résistance de 3/4 d'Ohm environ.

A côté de la machine réceptrice on a placé un rhéostat formé de fils de fer, au moyen duquel on peut mettre dans le circuit des résistances variables grâce auxquelles on peut donner à cette machine des vitesses variables de 980 tours par minute qui répond à un cheval-vapeur de 885, 710, 600 et 480 pour lesquelles on pourrait mesurer au frein de Prony la force transportée.

M. Honoré insiste sur ce point que la machine donne le mouvement sans aucun ébranlement ou trépidation, parce que sa marche est absolument continue et régulière, et qu'à ce point de vue elle est infiniment préférable à tout mouvement alternatif.

—

Le nombre sans cesse croissant des fils aériens télégraphiques ou téléphoniques constitue, surtout dans les grandes villes, une cause permanente de troubles et de dangers; ils nuisent à l'aspect général et constituent une grosse dépense d'établissement et d'entretien. M. T. G. Ellsworth, directeur du John Saint office of the Metropolitain and Telegraph Company à New-York, propose d'établir tous les fils téléphoniques, télégraphiques, etc., dans un gros tube, carré ou rectangulaire, placé en bordure le long des trottoirs des rues sur de hautes colonnes réparties de distance en distance. Les fils sont placés dans ce tube sur des étagères et marqués de distance en distance pour les retrouver facilement. Les colonnes sont utilisées pour y fixer des boîtes pour les lettres et les télégrammes pneumatiques, des boîtes d'alarme pour les incendies, des boîtes d'ambulance pour demandes de secours, des fontaines, etc. Au-dessus du tube se placent naturellement les becs de gaz et les horloges électriques.

On utilise les colonnes creuses pour établir les branchements allant aux bureaux et chez les particuliers.

Sans exagérer le mérite de l'invention de M. T. G. Ellsworth, il est certain que tôt ou tard il faudra avoir recours à un procédé analogue si l'on ne veut pas encombrer les égouts ou faire ressembler Paris à une toile d'araignée. On pourra bien faire à ce système la grande objection présentée déjà à propos des projets de chemins de fer suspendus, celle de couper la perspective, mais les exigences croissantes de services multiples et indispensables feront sans doute passer sur cette objection.

Digitized by Google

Le mardi, 19 avril, des expériences très intéressantes ont eu lieu à l'Opéra, pendant la représentation des *Huguenots*, en présence de MM. Cochery, ministre des postes et télégraphes, Tirard, ministre des travaux publics, Vaucorbeil, directeur de l'Académie nationale de musique, Royer, Gailhard, Berger, M. le comte d'Iléliand, Antoine Bréguet, Monthiers, Lartigue, Ader, etc.

Les expériences, qui ont parfaitement réussi, avaient pour but de transmettre à distance le chant, l'orchestre et les chœurs d'un opéra à l'aide de microphones perfectionnés de M. Ader placés auprès du trou du souffleur. Le récepteur était installé dans le cabinet de M. Garnier, placé à une certaine distance de la salle, et pas une note de l'œuvre magnifique de Meyerbeer n'a été perdue pour les heureux privilégiés qui ont assisté à ces expériences.

Les résultats obtenus sont véritablement remarquables, et le système qui va être installé entre l'Opéra et le palais de l'Industrie ne sera pas la moindre *attraction* de l'Exposition d'électricité qui nous ménage tant de surprises merveilleuses.

—

Lorsque la fantaisie se mêle à l'électricité, elle ne connaît plus de bornes, témoin une lettre bizarre adressée par M. David Salomons à notre confrère « *The Electrician* », et dont nous reproduisons les passages principaux. S'appuyant sur les phénomènes de la galvanoplastie et ceux de l'histoire naturelle où l'on voit des crabes, privés d'un ou de plusieurs membres, les reconstituer de toutes pièces, M. Salomons émet l'idée de faire dissoudre électriquement un homme à Londres, dans un bain composé de *solution humaine*, de relier par un fil le bain à un bain semblable placé à New-York et, à mesure que le... patient serait dissous dans la première ville, il serait reconstitué dans la seconde.

Naturellement, se hâte d'ajouter notre ingénieux inventeur, cette idée n'a pas de valeur pratique actuelle, nous l'émettons parce que toute idée nouvelle amène des découvertes en dirigeant les recherches de ce côté.

C'est égal, le matérialiste le plus pur n'aurait jamais osé rêver de pareilles transformations de la matière, et l'auteur nous paraît doué d'une certaine dose d'originalité et de scepticisme.

—

Voici un petit canard qui fait actuellement le tour de la presse scientifique électrique :

« A Leipzig, un nouveau téléphone, dit *Téléphone lumineux*, vient d'être « inventé par un savant de cette ville. Ce nouveau téléphone ne se borne pas à « enregistrer les sons, il reproduit en caractères lumineux les paroles au fur « et à mesure qu'elles sont prononcées. »

Toute nos félicitations au premier lanceur de la petite nouvelle, accueillie d'ailleurs sans commentaires par les journaux spéciaux ; mais pourquoi s'arrêter en si beau chemin ?

A quand le téléphone écrivant les paroles elles-mêmes, les mettant sous enveloppe et les expédiant à leur adresse.

Chers confrères, méfiez-vous des coups de ciseaux !

Digitized by Google

A bord du navire *l'Oxus* qui se trouvait l'année dernière dans la mer de Chine, les pôles magnétiques d'une boussole à aimants circulaires de M. Duchemin ont pu résister aux coups de foudre pendant un orage que les officiers du bâtiment déclarent avoir été épouvantable par sa violence, tandis que les barreaux servant à la construction des roses eurent leurs polarités modifiées.

Cette grande stabilité des boussoles Duchemin, tient à la forme annulaire de l'aimant et justifie la décision administrative qui les rend réglementaires sur la flotte de l'État.

—

Dans une expérience intéressante dont nous ferons connaître les détails, M. Trouvé a fait marcher pendant près d'une heure et demie, dans la rue de Valois, un tricycle dont le poids total, moteur, véhicule et voyageur. atteignait 160 kilogrammes. La puissance motrice était fournie par six accumulateurs de M. Planté, du modèle dont M. Trouvé fait usage dans ses polyscopes et de deux moteurs Trouvé développant environ sept kilogrammètres par seconde. Si ces chiffres sont exacts, ils prouveraient que l'accumulateur de M. Planté présente une puissance qu'on n'avait pas soupçonnée jusqu'ici, et que des mesures précises nous feront bientôt connaître.

—

Il nous suffira de citer deux chiffres extrêmes pour montrer la prodigieuse élasticité que présente l'électricité dans ses applications à l'éclairage.

M. Trouvé emploie dans son polyscope pour l'éclairage des cavités obscures, des spirales incandescentes dont la puissance lumineuse ne dépasse pas quelquefois *un dixième de bougie*, c'est-à-dire un centième de bec Carcel,

La *Brush Electric Light Company* a construit tout récemment une lampe produisant 100 000 bougies. Cette lampe a été envoyée avec succès dans les ateliers de la société à Cleveland. U. S. A. C'est le plus puissant foyer lumineux produit jusqu'ici. Les charbons ont deux pouces et demi de diamètre, (62 millimètres) et la force motrice dépensée par le générateur électrique est de *quarante* chevaux.

On voit qu'entre ces deux chiffres extrêmes, il y a une large marge pour les inventeurs.

—

Dans les numéros suivants de notre Revue, nous consacrerons une place importante aux recueils étrangers, et nous grouperons, sous le titre de *Renseignements pratiques*, tous les résultats d'expériences, tous les chiffres disséminés à droite et à gauche, dans une foule de mémoires et de travaux trop souvent oubliés. Ce seront les *Recettes utiles de l'Électricien* et, pour rendre ce travail profitable, nous le compléterons par des réponses particulières que nous ferons aux questions de nos abonnés dans une *Boîte aux lettres*, calquée sur celle de *la Nature*. Le succès de celle de notre confrère nous assure celui de la nôtre.

Le gérant : G. MASSON

2855. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

ESSAI D'APPLICATION DU PRINCIPE DE CARNOT

AUX ACTIONS ÉLECTRO-CHIMIQUES

I

Les phénomènes d'électricité dynamique sont, comme les phénomènes calorifiques, des effets accessibles à nos mesures de ces forces encore mystérieuses que nous nommons affinités chimiques. Il y a donc un grand intérêt à suivre, dans toutes les réactions où ils se rencontrent, ces deux ordres d'effets et à en analyser soigneusement les relations. Les considérations théoriques que nous allons exposer, se rapportent à ces relations de la chaleur et de l'électricité dans les actions chimiques, et plus spécialement aux anomalies qu'elles présentent. Rappelons d'abord en peu de mots en quoi consistent ces anomalies.

Il peut arriver qu'une réaction, la dissolution d'un métal dans un acide par exemple, donne lieu, suivant la forme de l'appareil employé, soit à un dégagement de chaleur, soit à une production d'électricité. On peut alors comparer la quantité de chaleur obtenue dans le premier cas avec celle que l'on aurait dans le second si l'électricité était uniquement employée à échauffer le circuit. Cette comparaison peut être faite par des mesures directes, comme dans les expériences de Favre, ou bien en évaluant par la formule de Joule l'effet calorifique produit par le courant sur un circuit de résistance connue. La *chaleur voltaïque* ainsi définie et la *chaleur chimique* paraissent à première vue devoir être rigoureusement égales dans tous les cas; on sait qu'il n'en est point ainsi. La chaleur voltaïque a bien une valeur voisine de celle de la chaleur chimique, mais elle est tantôt plus petite, tantôt, ce qui est assez inattendu, plus grande que cette dernière. Les valeurs suivantes que nous empruntons à l'excellent mémoire de M. Raoult mettent ce résultat en évidence.

Digitized by Google

NATURE DES ÉLÉMENTS.	Chaleurs chimiques.	Chaleurs voltaïques.
Zn (sulfate de zinc) Cu (sulfate de cuivre) (pile Daniell).	23,000	23,300
Zn (acétate) Pb (acétate)	15,600	12,428
Cu (azotate) Ag (azotate)	16,305	9,799
Cu (sulfate) Fe (sulfate)	19,095	14,570
Platine (acide azotique) Zinc (SO^4H^2, etc.)	43,280	40,630
Platine (acide azotique) Zinc (potasse)	47,200	30,190
Cuivre (sulfate) Zinc (potasse)	30,230	32,260

Ces différences se reproduisent sous d'autres noms dans la comparaison des forces électro-motrices des piles et des chaleurs dégagées dans les réactions qui s'y passent. On sait en effet que les chaleurs voltaïques produites par deux piles lorsqu'elles mettent en jeu des poids équivalents des composés chimiques qui les constituent, sont dans le rapport des forces électro-motrices. Toutes les anomalies du tableau précédent se retrouveraient donc dans la comparaison des forces électro-motrices *relatives* et des quantités de chaleur fournies par les actions chimiques. On connaît ces irrégularités depuis longtemps et il est inutile d'y insister.

Un phénomène particulier vient d'ailleurs confirmer tous ces résultats et montrer clairement que l'on se trouve en présence d'autre chose que d'un ensemble de complications et de circonstances accessoires; certaines piles (la pile de Grove par exemple) *se refroidissent* lorsqu'on les joint à un circuit extérieur suffisamment résistant. Elles empruntent ainsi au milieu dans lequel elles sont plongées une certaine quantité de chaleur qui vient s'ajouter à celle qui a été fournie par la réaction chimique. Il est dès lors impossible, comme Edlund l'a très bien fait remarquer, que les deux chaleurs soient égales et leur différence, au moins dans ce cas, ne saurait être attribuée à une erreur de mesure ou au travail de la pile sur de petits circuits secondaires.

En présence de ces faits expérimentaux on doit naturellement se demander si le deuxième théorème de la thermodynamique, le principe de Carnot, n'interviendrait pas. L'énergie électrique, en effet, peut être envisagée comme une forme de l'énergie mécanique théoriquement susceptible d'être convertie en toutes

Digitized by Google

les autres *sans perte*, et c'est au principe de Carnot qu'il faut avoir recours lorsqu'on veut déterminer la proportion d'énergie sensible qui peut résulter d'un changement de distribution et de quantité dans une certaine énergie calorifique. Il faudra donc essayer de diverses manières de préciser les transmissions et les dépenses de chaleur qu'il y aurait à faire pour renouveler indéfiniment un phénomène électro-chimique; en appliquant à ces transformations le théorème de Carnot, on aura une évaluation ou tout au moins une valeur limitée de l'énergie électrique.

II

Examinons par exemple une réaction simple comme celle citée plus haut, l'oxydation ou la chloruration d'un métal, et supposons qu'étant effectuée dans un appareil convenable, cette réaction produise de l'électricité. Cette électricité équivaut à une quantité d'énergie mécanique représentée par le produit $E\,i$ de la force électro-motrice par l'intensité en unités absolues. Quelle est maintenant la valeur de l'énergie que fournirait la même réaction si on lui faisait d'abord produire de la chaleur? Il est clair que dans cette seconde hypothèse on ne pourrait recueillir de travail qu'à la condition de dégager la chaleur à une température supérieure à celle du milieu, et, comme cette température est limitée surtout par les phénomènes de dissociation, ce n'est pas *toute* la chaleur qui serait changée en travail, mais seulement, et au plus, la fraction $\frac{T_1 - T_0}{T_0}$ de cette chaleur, T_1 étant la température obtenue par la réaction ou la combustion, et T_0 celle du milieu.

Si ce rendement maximum $T_1 - T_0$ était obtenu par la production directe d'énergie électrique, et si la réaction fournissant ce résultat était réversible, par une *simple absorption de chaleur à la même température*, on aurait, en renouvelant indéfiniment le double phénomène, un moyen de changer de la chaleur en énergie mécanique (ou en énergie électrique, ce qui est équivalent) avec un rendement supérieur à celui que fixe le principe de Carnot et qui n'est jamais atteint par les machines thermiques. Il y a donc lieu de penser que ce n'est pas la même portion de l'énergie potentielle d'un système d'atomes aptes à se combiner, qui se

Digitized by Google

convertit en énergie électrique dans la pile ou en chaleur dans un calorimètre où la combustion aurait lieu; et dès lors il est probable que les énergies électriques de deux systèmes voltaïques différents ou leurs forces électro-motrices ne seront pas dans le même rapport que les chaleurs de combinaison.

Les chaleurs de combinaison dont nous parlons ici sont toujours supposées produites à température élevée. Ce sont par exemple celles qui sont fournies par la combustion des métaux dans un courant d'oxygène ou de chlore. Ces *chaleurs chimiques* ne sont point identiques à celles que l'on obtient à la température ordinaire (à la température de la pile) et auxquelles ont été comparées les chaleurs voltaïques, dans les expériences de Favre par exemple. La différence entre ces valeurs des chaleurs de combinaison prises à des températures très distantes dépend des chaleurs spécifiques des corps simples et de leurs composés entre les limites considérées. Cette différence peut quelquefois n'être pas très grande, mais elle suffit pour ne permettre de considérer le raisonnement ci-dessus que comme une première approximation, donnant seulement une idée générale des relations des grandeurs à examiner. Nous arriverons à un mode de discussion plus précis en appliquant le principe de Carnot d'une manière un peu différente.

III

Cette deuxième façon d'appliquer le principe en question se réduit à former, avec des corps susceptibles de dégager de l'électricité par leurs actions mutuelles, un cycle d'opérations *fermé* et *réversible* où toutes les actions se passent à la même température. Le rendement doit alors être nul, c'est-à-dire que la somme algébrique de l'énergie électrique E i et du travail dépensé sous quelque forme que ce soit doit être égale à 0, sans tenir compte de la chaleur que l'on pourrait supposer absorbée. On a ainsi une équation où entre E i, et d'où il est généralement facile de déduire les valeurs relatives des forces électro-motrices, puisque les valeurs égales de i correspondent à des réactions accomplies dans le rapport des poids atomiques ou de leurs multiples simples.

Il paraît difficile, il est vrai, de trouver des moyens physiques

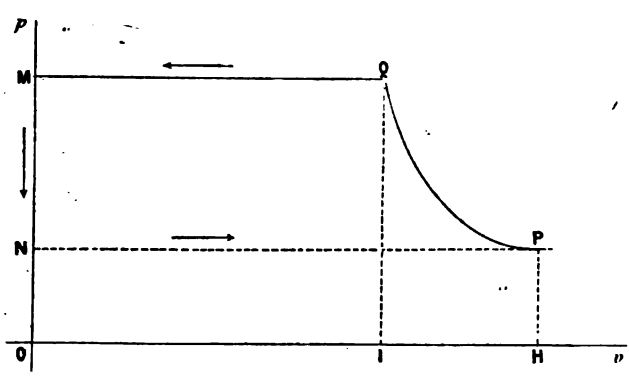
Digitized by Google

se prêtant à une mesure d'énergie et qui permettent d'accomplir des réactions sans changement de température. La difficulté est encore accrue par la condition de réversibilité imposée à ces opérations. L'existence d'actions semblables n'est cependant point douteuse, la diffusion, le magnétisme, les attractions capillaires en fourniraient très probablement de pareilles; mais la dissociation est, dans l'état actuel de nos connaissances, le phénomène qui se prête le mieux à une pareille discussion : nous allons en donner un exemple détaillé :

« Imaginons une pile analogue à celle de Daniell et formée de deux métaux A et B immergés dans des composés simples que donnent ces métaux avec un élément *gazeux* (le chlore par exemple). Nous supposerons que les deux chlorures (hypothétiques si l'on veut) des métaux A et B ont, à la température t à laquelle toutes les réactions auront lieu, des *tensions de dissociation* sensibles, et sont susceptibles d'être entièrement décomposés ou reformés à cette température sous l'action d'une pression mécanique extérieure.

« Cela posé, le cycle représenté par le diagramme (pression-volume) ci-dessous se composera de quatre phases :

« 1° MN, action de la pile, substitution du métal A (le plus électropositif) au métal B dans le chlorure BCl, production d'électricité (et de chaleur). La compression mécanique des chlorures,



pendant la substitution, est représentée par la portion d'ordonnée MN, en négligeant les volumes liquides et leurs variations vis-à-vis des volumes gazeux.

Digitized by Google

« 2° NP, décomposition du chlorure ACl sous sa tension de dissociation NO, absorption probable de chaleur, production du travail externe représenté par l'aire NPOH (NP = volume de Cl).

« 3° PQ, compression du chlore selon la ligne isotherme PQ, depuis la tension de dissociation NO du premier chlorure ACl jusqu'à la tension plus forte MO du second BCl; dépense du travail externe QIHP.

« 4° QM, absorption du chlore par le métal B, à la tension de dissociation MO du chlorure BCl; dépense de travail MOIQ.

« On est ainsi revenu au point de départ, et on se retrouve en possession du métal libre A et du chlorure BCl; tout s'étant passé à la même température, si, comme nous l'avons supposé, les actions sont réversibles, et si cette application extrême du principe de Carnot est légitime, l'énergie électrique que cette réaction peut fournir doit être équivalente au travail dépensé suivant le cycle MNPQ.

« Il y a ici une condition de plus que dans les applications ordinaires des cycles réversibles. *L'équivalence doit avoir lieu directement entre l'énergie mécanique dépensée et l'énergie électrique produite*, et aucune portion de la chaleur mise en jeu ne doit intervenir; sans cela on réaliserait, avec le cycle direct ou renversé, un système permettant de transformer de la chaleur en énergie sans chute de température : ce qui est contraire au principe de Carnot, en supposant qu'il s'étende aux cas des réactions chimiques.

« On aura donc, en négligeant toujours les volumes liquides,

$$Ei \text{ (en unités mécaniques)} = \text{aire MNPQ} = \alpha p_0 v_0 T (\text{log. nép. } p_b - \text{log. nép. } p_a).$$

p_a et p_b étant, à la température absolue T, les tensions de dissociation des métaux A et B; pour une autre combinaison voltaïque, on aurait en désignant par L le symbole des logarithmes népériens :

$$E'i = \alpha p_0 v_0 T (Lp_{b'} - Lp_a) \quad \text{et} \quad \frac{E'}{E} = \frac{Lp_{b'} - Lp_{a'}}{Lp_b - Lp_a}$$

en choisissant des intensités égales i correspondant dans les deux cas à la mise en jeu du même poids de chlore, d'après les lois de Faraday et de M. E. Becquerel. On voit même que la ligne isotherme PQ est la même dans les deux cas. »

Digitized by Google

Il est difficile actuellement de soumettre cette formule à une vérification directe. Les forces électro-motrices auxquelles elle s'applique sont prises à une température très élevée puisque nous y supposons que les composés ont des tensions de dissociation appréciables. — On remarquera cependant que lorsque ces tensions tendent vers 0 l'énergie électrique qui se présente sous la forme $\infty - \infty$ peut très bien tendre vers une limite finie; si l'on connaissait des formules représentant suffisamment les tensions de dissociation en fonction de la température, on pourrait évaluer cette limite qui serait l'énergie électrique de la pile à la *température ordinaire*. Cette énergie différerait probablement assez peu de celle des piles à dissolutions aqueuses pour se prêter à une vérification expérimentale. La connaissance de la loi élémentaire de la dissociation des composés simples dans un certain nombre de cas est donc la donnée essentielle qu'il faudrait posséder pour savoir *expérimentalement* si le deuxième principe de la théorie de la chaleur peut jeter, ainsi que nous l'avons dit, quelque jour sur les actions électro-chimiques. Il est possible que cette loi de dissociation soit moins régulière et moins simple que nous ne l'avons supposé en l'assimilant à la loi de tension des vapeurs saturées; mais on n'en pourrait pas moins pour cela former un cycle analogue à celui que nous avons examiné, et qui donnerait une équation s'il était réversible, une inégalité dans le cas contraire. Dans tous les cas, il y aurait quelque conclusion à tirer de cette relation touchant la grandeur de l'énergie électrique ou les relations des forces électromotrices.

IV

Appliquons maintenant à ce même cycle le principe de l'équivalence et écrivons que la somme algébrique des quantités de chaleur et de travail absorbées ou reçues par l'ensemble des corps en opération est nulle. On aura ainsi en appelant Q_1 Q_2 Q_3 les quantités de chaleur (positives ou négatives) communiquées aux corps pendant les périodes que représentent les lignes NP, PQ, QM; C la quantité de chaleur absorbée ou dégagée pendant le fonctionnement de la pile, A l'équivalent mécanique de la chaleur :

Digitized by Google

$$AQ_1 - \text{tr. NPOH} + AQ_2 + \text{tr. QIHP} + AQ_3 + \text{tr. MOIQ} + AC - Ei = 0 :$$
$$\text{mais } Ei = \text{tr. MOQI} + \text{tr. QIHP} - \text{tr. NPOH} = \text{tr. MNPQ} :$$
$$\text{donc } C = -(Q_1 + Q_2 + Q_3).$$

C est, comme nous l'avons dit, la chaleur absorbée ou dégagée par la pile pendant son fonctionnement en *supposant que l'énergie électrique* Ei n'y figure pas, c'est-à-dire soit en entier détournée à l'extérieur, comme cela a lieu à peu près dans le cas d'un circuit externe très résistant. Or les valeurs des trois quantités Q_1, Q_2, Q_3, qui ne sont pas nécessairement de même signe, déterminent le signe de C, et comme Q_1 et Q_3 dépendent dans une certaine mesure du choix des métaux qui composent l'élément, on conçoit très bien qu'il puisse y avoir des combinaisons voltaïques pour lesquelles le signe de C corresponde à une absorption de chaleur. Le cas des éléments expérimentés par Favre est sans doute de cette nature. Quant au mécanisme même de cette absorption de chaleur, le principe invoqué ne nous donne point d'indication. Il est probable que comme Edlund l'a indiqué, elle résulte du passage de l'électricité entre deux points à des potentiels différents, le sens de la variation de potentiel étant le même que celui du courant.

Les considérations que nous venons de développer s'appliquent, comme on devait bien le supposer, avec peu de modifications, aux forces électro-motrices développées par le contact de deux dissolutions d'un même sel à des concentrations différentes. Elles se prêtent même alors beaucoup plus aisément aux vérifications de l'expérience. Nous pourrons traiter dans un prochain article cette question ainsi que plusieurs autres qui se rapportent également aux conséquences du principe de Carnot en électro-chimie.

G. Chaperon,
Ingénieur civil.

DÉPENSE D'ÉNERGIE

POUR LA PRODUCTION DU MAGNÉTISME

C'est un fait bien connu que l'échauffement d'un barreau de fer doux qui est aimanté et désaimanté un grand nombre de fois dans un temps court.

Digitized by Google

Il a été observé en particulier par M. Siemens quand il a inventé son armature rotative placée entre des pôles d'aimant.

On l'a montré souvent avec les machines de l'Alliance à courants alternatifs; en faisant passer ces courants dans une bobine et mettant au centre une petite pièce de fer, elle s'échauffe rapidement.

En présence de ce fait, on est amené à se demander si la chaleur est produite au moment où le magnétisme se produit, ou pendant qu'il dure, ou enfin au moment où il cesse.

Remarquons par manière d'introduction qu'un aimant permanent est comparable à un ressort armé; il faut une certaine dépense de force pour armer un ressort, il en faut une également pour aimanter un aimant. Il est manifeste qu'un aimant contient une certaine énergie; il est capable de produire un certain travail; si on lui présente une armature de fer, il peut la soulever et avec elle un certain poids; mais, ce travail accompli, l'aimant est incapable d'en produire un nouveau; il se présente comme un ressort désarmé. Si on vient à arracher l'armature, le travail accompli par l'aimant se trouve refait en sens inverse; on lui rend sa capacité à attirer, le ressort se trouve réarmé. Pendant la période intermédiaire, l'armature est suspendue en repos à l'aimant; il n'y a aucun travail dépensé.

Venons maintenant au cas d'un électro-aimant. Il paraît évident *à priori* qu'il faut une dépense d'énergie pour produire le magnétisme. Mais une fois qu'il est produit, faut-il une dépense quelconque pour le maintenir? Et enfin quand le magnétisme cesse, que devient l'énergie que contenait l'aimant?

L'expérience permet de répondre à ces questions.

Disposons deux circuits dérivés d'égale résistance, de telle manière que les deux courants partiels soient égaux et que leur égalité soit constatée par un galvanomètre différentiel. Si l'un des circuits contient une bobine et qu'on vienne à y mettre un barreau de fer doux, on verra cesser l'équilibre[1] entre les deux courants dérivés; celui qui a été troublé par l'approche du fer se comporte comme ayant une résistance plus grande que celle qu'il avait tout à l'heure; mais ce trouble n'est que temporaire; on voit bientôt l'aiguille du galvanomètre revenir au zéro et mar-

[1] Sprague, *Electricity*, 1re édit., p. 190.

Digitized by Google

quer le retour à l'équilibre. Cette expérience prouve d'abord la consommation d'énergie propre au phénomène de l'aimantation, c'est-à-dire à la production du magnétisme et ensuite l'absence de toute dépense analogue pour le maintien du magnétisme une fois excité.

On voit en effet qu'il n'y a pas de différence entre les deux courants dont l'un maintient un barreau aimanté et l'autre pas; par conséquent les deux dépenses d'énergie sont égales, par conséquent enfin il n'y en a aucune pour maintenir le magnétisme du barreau. Dans l'un et l'autre circuit la dépense est entièrement calorifique.

Mais il faut remarquer que si le courant cesse, si la dépense calorifique faite dans le circuit cesse, le magnétisme disparaît; par conséquent le maintien des électro-aimants ne va pas sans une dépense d'énergie électrique qu'il est facile de calculer, quand on connaît la résistance du fil des électro-aimants R et l'intensité du courant I; elle est égale à RI^2.

On peut appuyer les raisonnements précédents d'une comparaison mécanique. Un cerf-volant n'exige aucune dépense de travail aussi longtemps qu'il est à une hauteur invariable; cependant si le vent cesse tout à coup, le cerf-volant tombe et il est manifeste que son maintien en l'air était conditionnel d'un certain travail du vent.

M. Ayrton a communiqué à la Société française de Physique, dans sa séance du 21 janvier 1881, le résultat d'expériences directes qui viennent à l'appui de ce que nous venons de dire. Il faisait usage d'un courant magnétisant très intense; il prenait la précaution de faire passer un courant d'eau à température constante dans un espace annulaire entre le fil conducteur et le fer aimanté; il employait comme thermomètre un appareil thermo-électrique d'une très grande sensibilité; il n'a jamais pu constater le moindre échauffement du fer correspondant au maintien du magnétisme.

Il nous reste à examiner la troisième phase du phénomène, c'est-à-dire la cessation du magnétisme. Nous avons vu l'aimant absorber de l'énergie au moment où il s'est aimanté; que devient cette énergie quand il se désaimante? Il paraît indiscutable qu'elle doit reparaître sous forme de chaleur, et nous trouvons ainsi l'explication du phénomène dont nous avons parlé en com-

Digitized by Google

mençant, à savoir, l'échauffement d'un barreau aimanté et désaimanté un grand nombre de fois.

Appliquons ces principes à l'étude des machines dynamo-électriques. Nous voyons que pendant la courte période de temps que dure l'aimantation des électro-aimants inducteurs il y a une dépense d'énergie assez grande, répondant à la production du magnétisme. Pendant le travail régulier de la machine il n'y a pas de dépense pour le maintien du magnétisme, si on veut ainsi parler; mais il y a bien réellement une dépense d'énergie calorifique par le passage du courant dans le fil des électro-aimants inducteurs; dépense dont nous avons donné la formule; la mesure en K*gm* serait $\frac{RI^2}{9,81}$. La période de désaimantation est sans intérêt.

Ce que nous venons de dire suppose le courant constant; s'il est variable d'une manière périodique, il y a une dépense à faire pour ramener chaque fois le magnétisme de sa moindre valeur à sa plus grande. Le courant des machines Gramme et Hefner von Alteneck est ondulatoire et ne serait mathématiquement constant que si le nombre des sections de l'anneau était infini. Mais au point de vue de la pratique, avec des anneaux de Gramme composés de 60 sections, le courant peut être considéré comme constant et les variations qui se produisent dans le magnétisme des électro-aimants inducteurs, comme négligeables.

A. Niaudet.

L'HEURE A DOMICILE PAR L'ÉLECTRICITÉ

L'expérience des horloges pneumatiques prouve, à n'en pas douter, qu'il est possible d'établir chez les particuliers des compteurs chronométriques donnant l'heure exacte, à moins d'une minute près, et dans des conditions de régularité très suffisantes pour la pratique. Le système pneumatique est cependant sujet à de graves objections que nous devons mettre en relief avant d'examiner si l'électricité pourrait y échapper.

L'installation de la canalisation pneumatique est très coûteuse, demande une grande surveillance, et la moindre fuite qui s'y pro-

Digitized by Google

duit, augmente dans une grande proportion la dépense à l'usine.

Ces tuyaux sont d'autre part assez difficiles à dissimuler et nuisent quelquefois à l'effet décoratif.

En second lieu, la transmission pneumatique s'effectue très-lentement, et à moins d'augmenter la pression, ce qui entraînerait le changement de réglage des horloges déjà existantes à chaque changement, on ne peut avoir l'espoir de dépasser un rayon relativement assez restreint.

Enfin, la somme de travail dépensée par l'usine distributrice, par suite du frottement de l'air dans les conduites est considérable et contribue dans une large mesure à augmenter les frais d'exploitation et d'entretien.

Il y a donc là, au point de vue technique, un ensemble de conditions telles que le système pneumatique oblige la Compagnie à mettre la distribution de l'heure à domicile au prix relativement élevé de 5 centimes par jour pour un cadran, 9 centimes pour deux, 12 centimes pour trois, etc.

L'électricité ne pourrait-elle pas, mieux que l'air comprimé, réaliser pratiquement, simplement et économiquement cette distribution de l'heure à domicile?

Nous ne craignons pas de répondre par l'affirmative, sans perdre de vue les objections qui ont été faites à cette idée, et que nous voulons tout d'abord réfuter par un autre exemple, pris aussi dans les applications de l'électricité. Il y a quelques années, les traités les plus estimés en la matière mettaient en doute, lorsqu'ils ne la niaient pas, la possibilité de produire de grandes forces à l'aide des moteurs électriques.

Les expériences de Sermaize ont prouvé que la transmission de la force à distance par l'électricité n'avait aujourd'hui d'autres limites que celles fixées par les dimensions des machines.

L'invention de la machine Gramme a donc changé absolument les idées à cet égard, et aujourd'hui la réalisation pratique de ces transmissions de force n'est plus mise en doute par personne; c'est une simple question de temps.

La révolution industrielle qui se manifeste déjà dans l'éclairage électrique d'une façon si imposante, est de beaucoup moins avancée à d'autres points de vue. Les chemins de fer électriques en sont encore à la période de formation, l'emploi des machines

Digitized by Google

dans les grands bureaux télégraphiques pour le service courant ne paraît pas devoir s'étendre de sitôt en Europe, malgré le succès obtenu et les économies réalisées en Amérique par cet emploi. La distribution de l'heure à domicile par l'électricité rentre dans le même ordre d'idées que cette dernière application, et on ne doit plus aujourd'hui en nier la possibilité comme on niait, il y a quelques années, la possibilité de production de grandes forces à l'aide des moteurs électriques.

A quoi se résume en somme le problème? A envoyer chaque minute, — intervalle suffisant pour les besoins de la pratique, — un courant électrique fourni par l'usine centrale et d'une puissance telle que chaque appareil chronométrique le reçoive toujours avec une intensité *égale* pour chaque émission, quel que soit d'ailleurs le nombre des cadrans alimentés. Il est certain que cette dernière condition, il y a quelques années, était des plus difficiles à réaliser, avec les piles électriques dont les éléments de fonctionnement, qu'une singulière ironie du sort nomme *constantes*, sont si variables.

Les machines dynamo-électriques échappent à ce grave inconvénient : à la condition de les faire tourner dans un champ magnétique *constant*, à une vitesse *constante*, ce qui est facile à réaliser, elles développent une force électro-motrice *constante* et conservent une résistance intérieure constante.

Comme, d'un autre côté, cette résistance intérieure peut être rendue très faible, il en résulte qu'une même machine peut alimenter un nombre considérable de circuits *très résistants* tels que ceux des compteurs chronométriques, sans que la différence des potentiels aux deux bornes, dont dépend l'intensité du courant sur chacun de ces circuits (en vertu de la formule de Ohm), soit sensiblement modifiée. On peut compenser d'ailleurs l'affaiblissement qui se produit, à mesure qu'on augmente le nombre des circuits, et par suite que le réseau se développe, en augmentant proportionnellement la vitesse de la machine, et par suite sa force électro-motrice.

On peut combiner aussi des appareils qui permettent de maintenir cette différence de potentiels aux deux bornes de la machine *absolument constante*, quel que soit le nombre de circuits alimentés à chaque instant, à la condition que la somme d'énergie

Digitized by Google

électrique dépensée par tous les circuits ne dépasse pas celle que peut fournir la source. Nous examinerons ces appareils en détail lorsque nous décrirons les procédés qui permettent de réaliser pratiquement une distribution d'électricité à domicile pour les usages industriels et domestiques.

Voyons maintenant quelle somme d'énergie électrique il faut fournir à un compteur chronométrique pour lui faire donner sûrement un signal.

Les appareils télégraphiques, dans des conditions moyennes, fonctionnent très facilement avec une intensité de 10 milliwebers et une résistance de 1000 ohms (100 kilomètres de fil télégraphique de 4 millimètres de longueur).

La somme d'énergie représentée par ce courant est donc de

$$W = \frac{Q^2R}{9,81} \text{ kilogrammètres.}$$

$$W = \frac{0,01^2 \times 1000}{9,81}$$

Soit, en nombres ronds : 1 *centième de kilogrammètre.*

Doublons ce chiffre pour tenir compte des résistances des conducteurs qui aboutissent aux récepteurs, doublons-le de nouveau pour tenir compte de la résistance intérieure de la machine et des différentes pertes par les conducteurs et les dérivations, nous atteindrons à peine le chiffre PRATIQUE de 1 *douzième de kilogrammètre* par appareil, c'est-à-dire qu'il suffira de 1 cheval-vapeur de force dépensé à l'usine sur une machine électrique pour alimenter *neuf cents* compteurs chronométriques distribués chez les particuliers et sur les voies publiques.

Cette puissance, relativement si faible, ne doit être fournie par la machine qu'au moment même de l'émission du courant, c'est-à-dire environ quatre secondes par minute.

Un moteur à gaz de *quatre* chevaux, système Otto ou Ravel, pourrait donc faire le service de plus de *trois mille* compteurs chronométriques. Cette force motrice, déjà si faible, peut être encore considérablement réduite dans la pratique par un artifice fort simple qui consiste à utiliser les accumulateurs de M. Gaston Planté qui, dans cette application spéciale, pourront servir de régulateur, de *volant* électrique en même temps que de réservoir,

Digitized by Google

et permettront d'employer une machine *dix* fois plus faible fonctionnant d'une façon *continue*, puisque la période d'émission de courant ne dure que moins d'un *douzième* de minute et qu'elle ne se reproduit que chaque minute. Un jeu d'accumulateurs bien combinés et chargés à l'avance permettra même d'arrêter la machine pour la remettre en état sans avoir de machine de rechange et sans interrompre le service. A ce point de vue, la distribution de l'heure par l'air comprimé ne peut certainement pas lutter avec l'électricité, pas plus qu'elle ne peut lutter au point de vue de la distance à laquelle on peut agir, car dans les chiffres que nous avons adoptés nous avons *doublé* à dessein la dépense par appareil pour tenir compte de la résistance des conducteurs qui n'atteindra certainement jamais la valeur que nous avons indiquée, c'est-à-dire *mille ohms* de résistance par appareil.

Il est tout indiqué, par ce que nous venons de dire, que tous les compteurs chronométriques devront être établis *en dérivation*, les conduites d'eau ou de gaz remplaçant le fil de retour, et un fil unique isolé, se ramifiant dans toutes les rues, devra alimenter tous les récepteurs établis en dérivation. Tous les récepteurs ayant même résistance, il en résulterait, si on ne remédiait à cet inconvénient, que les récepteurs les plus voisins de l'usine distributrice débiteraient plus d'électricité que les plus éloignés, et, par suite, une mauvaise répartition du courant. On obvie à cet inconvénient en intercalant entre la terre et le récepteur une *résistance de compensation* convenablement calculée, et telle que le récepteur le plus voisin de la source ait la plus grande, tandis que le plus éloigné n'en ait aucune. Par cet artifice, chaque récepteur fonctionnera avec le courant de 10 milliwebers pour lequel il aura été réglé, et la distance des appareils n'influera en aucune façon sur la régularité de leur fonctionnement.

Dans un prochain article nous étudierons la force électromotrice que doit développer la machine, la disposition spéciale de l'interrupteur pour éviter les perturbations que pourraient causer les extra-courants, et le compteur chronométrique le plus simple et le mieux approprié à cette application.

E. Hospitalier.

Digitized by Google

LES AVERTISSEURS D'INCENDIE

Le nombre et la gravité des incendies qui ont si vivement occupé l'attention publique dans ces derniers temps donnent un caractère tout particulier d'intérêt aux systèmes d'avertisseurs qui permettraient d'annoncer par un signal acoustique ou autre le commencement du feu sur un point quelconque d'un appartement ou d'un corps de bâtiment. La solution pratique et efficace du problème est beaucoup plus difficile qu'on ne le croit habituellement; nous allons passer en revue quelques-unes des méthodes qui ont été préconisées.

Ces méthodes sont pour la plupart basées sur un même principe qui consiste à mettre à profit l'élévation de température produite par la flamme naissante de l'incendie, pour déterminer la fermeture d'un circuit électrique et faire fonctionner une sonnerie.

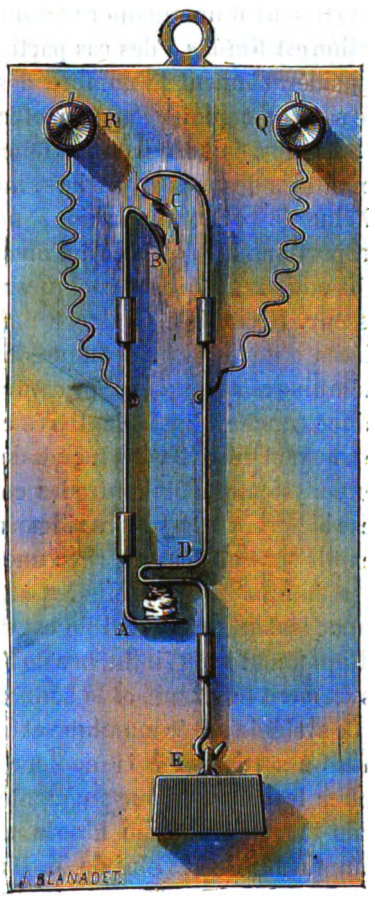
Le plus simple des systèmes consiste en un thermomètre à mercure. Tant que le mercure de ce thermomètre ne s'élève pas dans le tube au-dessus du point correspondant à la température moyenne maxima de l'été, il ne se produit rien de particulier; si la température vient à s'élever au delà sous l'influence de la flamme d'un incendie, le mercure atteint bientôt un niveau où il baigne la partie inférieure de deux fils de platine mis en communication avec des fils de cuivre correspondant à une pile et à une sonnerie électrique. Le mercure par son contact ferme le circuit : la sonnerie fonctionne.

M. G. Dupré a tout récemment modifié ce système en construisant l'appareil que représente la gravure ci-contre. Deux tiges métalliques AB, CD, sont mises en relation avec la pile et la sonnerie électrique par l'intermédiaire des bornes R et Q. La tige CD est séparée de la première tige AB qui est fixe, par une petite masse de suif, de cire ou de stéarine placée à la partie inférieure des deux tiges (*voy.* la figure ci-contre). Si la température vient à s'élever par suite d'un incendie, le suif entre en fusion; la tige CD, sollicitée par le poids E, s'abaisse et arrive en contact avec la tige AB; le contact, comme le montre la gra-

Digitized by Google

vure, s'établit à la partie supérieure des tiges recourbées, le circuit se trouve fermé et la sonnerie d'alarme se fait entendre.

Tel est l'appareil et son mode de fonctionnement d'après la description de M. Dupré. Nous n'avons pas voulu parler de ce système dans l'*Électricien* sans nous rendre exactement compte de son mode de fonctionnement *pratique*, et nous avons eu recours à une expérience bien simple.



Avertisseur d'incendie de M. G. Dupré.

Nous avons allumé un feu de fagots, bien flambant dans une cheminée, et nous avons suspendu le petit avertisseur en regard de la flamme à 1 mètre de distance; un thermomètre à mercure était fixé près de l'appareil. Après quinze minutes d'exposition au feu à cette distance, la stéarine de l'appareil n'était pas encore fondue et le contact n'était pas établi; le thermomètre ne marquait pas plus de 29 degrés.

Il n'est pas douteux cependant que si le feu de fagots allumé dans la cheminée avait été produit en tout autre lieu de la pièce où se trouvait l'appareil, l'incendie aurait été déclaré en quelques minutes. L'avertisseur ne fonctionne donc que lorsque la flamme est très près de l'appareil, ou que la température du milieu ambiant s'élève considérablement pendant un temps assez prolongé. L'appareil rapproché de la cheminée, à $0^m,25$ seulement, a très bien fonctionné après une exposition au feu de six minutes. Le thermomètre à mercure placé auprès de l'appareil s'était

Digitized by Google

élevé dans ces conditions à la température de 42 degrés centésimaux.

Nos expériences, on le voit, ne condamnent pas le nouvel avertisseur d'une manière absolue, mais elles font voir que son action est limitée à des cas particuliers; qu'il faudrait multiplier considérablement le nombre des appareils en service et qu'on ne saurait compter sur son efficacité que d'une façon limitée. M. Dupré a fait récemment fonctionner son avertisseur au Conservatoire des arts et métiers, mais il a placé l'appareil dans une vitrine de petite dimension, ne ressemblant en rien par ses proportions à la chambre d'un appartement.

Il nous reste à dire quelques mots d'un autre système d'avertisseur. Il consiste à placer dans un appartement ou dans les pièces d'un local quelconque, bureau, magasin, etc., deux fils métalliques accouplés l'un contre l'autre et isolés à l'aide d'une mince couche d'un isolant très combustible. Le long de ces fils, se trouvent répartis des nœuds de distance en distance. On fait passer ce système de fils contre les corniches, dans les plis supérieurs des rideaux, au-dessus des rideaux de mousseline des fenêtres, etc. Les fils sont en relation avec une sonnerie électrique et une pile; si la flamme de l'incendie les atteint en quelque point, la substance isolante combustible est détruite, les fils se touchent métalliquement sous l'influence de l'élasticité à l'endroit des nœuds; ils ferment le circuit et la sonnerie fonctionne.

Ce système est économique et les fils se dissimulent facilement en les assortissant à la couleur des tentures ; on peut en multiplier le nombre pour augmenter les chances d'avertissement, mais le système exige absolument la présence d'*une flamme* pour fonctionner. Celui de M. Dupré, d'autre part, n'a d'action que dans un rayon assez restreint.

On voit donc que le problème est loin d'être résolu : nous ne nous arrêterons pas à décrire un nombre considérable de systèmes qui n'offrent pas plus d'avantages que ceux dont nous venons de parler : nous nous bornerons à dire en terminant que l'avertisseur automatique des incendies, économique et pratique, reste encore à trouver.

GASTON TISSANDIER.

Digitized by Google

NOTRE TITRE

Plusieurs journaux scientifiques français et étrangers ont bien voulu annoncer la publication de *L'Électricien* en termes élogieux et sympathiques; nous sommes heureux de remercier nos confrères de l'accueil qu'ils ont bien voulu faire à nos débuts. *The Electrician*, de Londres, paraît craindre que notre titre ne puisse parfois donner lieu à des confusions; nous ferons remarquer que *The Electrician* et *L'Électricien* sont tout à fait distincts d'aspect, de format, de rédaction et que bien des exemples démontrent qu'il n'y a aucun inconvénient à ce que deux journaux soient publiés sous des titres analogues, quand ils paraissent dans des pays différents et qu'ils sont imprimés en langues distinctes. Il y a eu à Paris *L'Époque* et *La Epoca* à Madrid; *Le Temps* de Paris paraît sous le même titre que le *Times* de Londres; le journal anglais *Nature* a été publié à Londres après le journal allemand *Die Natur*, puis est venue *La Nature* de Paris; cette dernière publication a été suivie de près par *La Naturelezza* de Madrid et plus tard par *Natur* qui paraît depuis peu en langue hollandaise. Tout récemment un journal scientifique russe vient de paraître à Saint-Pétersbourg, sous le titre *L'Électricité*, identiquement semblable à celui d'un de nos confrères parisiens. *La Nation*, *La Patrie*, *L'Indépendance*, *La Liberté*, *La Cloche*, *La Revue scientifique*, *Le Progrès*, *Le Soir*, *L'Opinion*, etc., sont des titres qui, dans des genres différents, appartiennent ou ont appartenu à plusieurs journaux publiés dans différents pays, sans qu'il en soit jamais resulté aucun inconvénient ni aucune réclamation. *The Electrician* de Londres peut être d'ailleurs assuré de la bonne confraternité de *L'Électricien* de Paris, qui n'a comme lui d'autre but que de propager dans son pays les fécondes lumières de la science spéciale qu'il étudie.

La Rédaction

Au moment de mettre sous presse, M. Mercadier nous annonce un Mémoire détaillé sur la *Reproduction radiophonique de la parole*, qu'il a obtenue en même temps que M. G. Bell, et à l'aide d'appareils très simples décrits dans une note présentée lundi, 9 mai, à l'Académie des sciences.

Digitized by Google

RÉGULATEUR ÉLECTRIQUE DE M. GRAMME

L'Exposition internationale d'électricité qui s'ouvrira à Paris le 1er août prochain mettra en évidence plusieurs nouveaux systèmes d'éclairage électrique, et fera connaître en Europe quelques appareils remarquables nés de l'autre côté de l'Atlantique, dans cette Amérique du Nord si féconde en découvertes scientifiques et en inventions industrielles.

En ce qui concerne la France, nous sommes sans aucune inquiétude : les appareils Gramme, Lontin, de Méritens, Jablochkoff, Mangin, Jamin, pour n'en citer que quelques-uns, montreront que nous avons conservé une suprématie indiscutable dans la production des gros et des moyens foyers. Mais si nous avons précédé les autres nations dans la voie de l'éclairage électrique industriel, les Américains Maxim, Edison et Brush lutteront avantageusement avec nous sur le terrain de la division des foyers et de l'éclairage domestique. Sans doute, nous pourrons leur opposer plusieurs systèmes très ingénieux déjà connus dans l'industrie parisienne et quelques inventions tout à fait récentes, dont on dit le plus grand bien; mais nous ne serions nullement surpris de voir triompher, pour certaines applications, les lampes à incandescence Maxim ou Edison, à cause de leur longue durée et de la beauté de leur lumière.

Nous avons reçu, à leur sujet, des notes très curieuses et des communications verbales d'un grand intérêt, que nous aurions déjà publiées en détail, si l'Exposition n'était pas si prochaine. Il nous a paru plus convenable d'attendre que nous ayons vu, de nos yeux vu, ces appareils en fonction, pour en parler avec plus d'autorité.

En attendant ce grand concours international, nous allons entretenir nos lecteurs d'un nouveau régulateur Gramme, permettant d'établir plusieurs foyers de grande intensité, avec une machine unique à courant continu. Après trois mois d'expériences sur une vingtaine de lampes, nous avons acquis la conviction que cette dernière conception de M. Gramme résolvait complètement le problème de la fixité dans les puissants foyers électriques.

Le régulateur Gramme, représenté en élévation dans le croquis ci-contre, est disposé pour montrer, sur un même plan, les organes importants et le mécanisme moteur.

Dans cet appareil, le porte-charbon inférieur est fixe, le foyer lumineux mobile et le mouvement placé en haut. Ces conditions ne sont pas indispensables : M. Gramme fait des régulateurs à point lumineux

Digitized by Google

fixe, posés sur socle sans aucun écran, disposés pour envoyer toute leur lumière sur un plafond, etc. Toutes les formes spéciales possèdent d'ailleurs les mêmes organes essentiels, savoir : moteur très puissant, électro-aimant intermittent, mouvement de recul isolé du mouvement de rapprochement, porte-crayon à ressort excentrique.

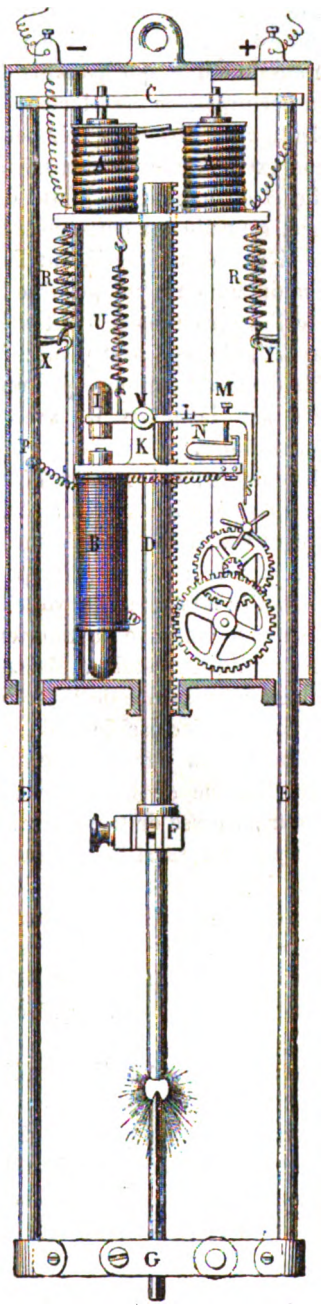
Le mécanisme est contenu dans une enveloppe cylindrique fixée à deux disques extrêmes, solidement entretoisés par des montants servant de bâti.

Ce mécanisme est formé de deux parties complètement distinctes, dont l'une assure l'avancement progressif des charbons et l'autre le recul pour la formation de l'arc voltaïque.

L'électro-aimant AA, est attaché aux entretoises; son armature C est fixée à la partie supérieure des tiges EE, lesquelles traversent tout le régulateur et se prolongent jusqu'au porte-crayon inférieur G. Deux ressorts RR, forcent l'armature C à se tenir éloignée de l'électro-aimant AA, quand le courant ne le traverse pas.

Le courant arrive par la borne positive laquelle est en communication avec l'ensemble du régulateur, passe par la tige positive centrale D, traverse le charbon supérieur, l'arc voltaïque, le charbon inférieur, les tiges négatives EE, l'électro-aimant AA et sort par la borne négative isolée de la masse.

Ce que je viens de décrire con-



Digitized by Google

stitue le mouvement de recul pour la formation de l'arc. Ce mouvement est non seulement indépendant des organes de réglage, mais il est aussi éloigné que possible de ceux-ci. L'inventeur évite ainsi l'action perturbatrice des électro-aimants les uns sur les autres.

La tige positive D est très pesante; elle est dentée d'un côté et porte à son extrémité le porte-charbon supérieur F.

Un électro-aimant B, garni d'un fil métallique d'une grande résistance, est relié aux entretoises du régulateur. Cet électro-aimant porte une pièce à charnière K, sur laquelle articule un levier L. Ce dernier est maintenu dans une position horizontale par le ressort U. L'armature I de l'électro-aimant B est solidaire avec le levier L. Une vis M et une petite lame S sont placées à l'autre extrémité du même levier. Le mécanisme est complété par un ressort N, isolé des autres organes et placé sur la pièce K, avec une plaque de caoutchouc comme intermédiaire.

Le courant, qui traverse l'électro-aimant B, est pris en P, sur une des tiges négatives, puis, au moyen d'une vis en communication avec le ressort N, il aboutit à la masse en traversant la vis M et le levier L. Tant que le courant principal conserve une intensité déterminée, c'est-à-dire tant que l'arc voltaïque n'a pas une trop grande longueur, la lame S embraye le mouvement d'horlogerie et empêche la tige positive de descendre. Mais, à l'instant même où l'équilibre est rompu, la puissance de l'électro-aimant B augmente, l'armature I est attirée, le levier oscille et la lame S s'élevant permet aux rouages et par suite à la tige D de se mouvoir. Les crayons se rapprochent et l'arc diminue de longueur. La vis M quitte alors le ressort N et le courant cesse de traverser l'électro-aimant B. L'armature I, sollicitée par le ressort U, reprend sa position horizontale; le contact de la vis M avec le ressort N s'opère de nouveau. Et, si l'arc n'est pas rigoureusement à sa longueur normale, le même mouvement recommence jusqu'à ce que ce résultat soit obtenu. L'intermittence dans l'action de l'électro-aimant B a pour principal avantage de supprimer les variations de lumière qu'on remarque dans tous les autres systèmes de régulateurs.

Cet avantage est facile à expliquer. Dans tous les régulateurs actuels à moteur puissant, le mouvement de rapprochement des charbons est obtenu à l'aide d'un électro-aimant et d'un ressort antagoniste. Quand l'influence de l'électro-aimant se fait sentir, c'est-à-dire quand l'armature est attirée, la distance des pôles à ladite armature étant diminuée, l'équilibre entre la force du ressort antagoniste et celle de l'électro-aimant se trouve rompu pendant un certain temps. Les charbons se rapprochent un peu plus qu'ils ne devraient le faire et l'arc grandit

Digitized by Google

successivement avant d'amener un nouveau déclanchement des rouages. Les variations de l'arc amènent naturellement des variations d'intensité et le régime lumineux prend l'allure particulière qu'on lui connaît.

Avec une action intermittente de l'électro-aimant, les choses se passent tout autrement. Dès que l'équilibre est rompu entre le ressort antagoniste et l'électro, le déclanchement s'opère et les charbons se rapprochent de quelques centièmes de millimètre; puis, presque instantanément, l'influence de l'électro-aimant s'annule complètement, le ressort antagoniste remet l'armature dans sa position première et il faut une nouvelle rupture d'équilibre pour amener un nouveau déclanchement. La sensibilité de l'appareil est telle qu'il fonctionne d'une manière continue, exactement comme s'il était mû par un mécanisme automatique au lieu d'être sous la dépendance de deux forces équilibrées.

Le choix d'un moteur puissant dans le régulateur Gramme s'explique de lui-même. Dans un atelier ou dans tout autre emplacement à couvert ou à découvert, les poussières et l'oxydation nuisent très rapidement au fonctionnement normal des régulateurs ayant un faible moteur, et cela malgré les soins journaliers des personnes chargées de l'entretien des appareils électriques.

En examinant les détails de l'appareil, et notamment ceux qui sont relatifs aux porte-crayon et aux électro-aimants, on peut remarquer le soin particulier pris par M. Gramme pour assurer à son régulateur toutes les qualités de durée, de solidité et de bon fonctionnement qui caractérisent ses autres inventions.

Au moyen de cette lampe et d'une nouvelle machine à électro-aimants plats que nous publierons prochainement, on obtient 5 foyers de 150 becs, avec une force de 6 chevaux. MM. Sautter et Lemonnier construisent actuellement, d'après les indications de M. Gramme, une machine produisant 10 lumières dans un même circuit, qui figurera à l'Exposition et qui éclairera une des grandes salles au premier étage du palais de l'Industrie.

Dès que cette machine aura été essayée, nous en donnerons le dessin et la description. HYPPOLYTE FONTAINE.

(*Revue industrielle*).

Digitized by Google

L'ÉLECTRICITÉ SANS APPAREILS

Nous venons de recevoir la deuxième édition d'un intéressant ouvrage publié à la librairie G. Masson sous le titre *Les récréations scientifiques ou l'enseignement par les jeux*, par M. Gaston Tissandier. Parmi les chapitres les plus curieux de ce livre, vraiment remarquable par l'attrait de son texte et le luxe de son édition, notre attention a été spécialement attirée sur celui que l'auteur intitule *La physique sans appareils*. On y trouve le moyen de faire un cours complet de physique non pas avec des instruments dispendieux à acquérir, mais avec des menus objets de ménage ou de bureau que tout le monde a sous la main; les expériences décrites, tout à fait ingénieuses, offrent le sujet de récréations agréables et instructives. On en jugera par celles que nous reproduisons et qui se rattachent à l'électricité.

Une feuille de papier, dit M. Gaston Tissandier nous suffira pour produire l'étincelle. Je prends une feuille de papier à dessin assez solide et de grand format; je la chauffe très fortement et je l'applique sur une table de bois. Je la frotte avec la main bien sèche, ou avec une étoffe de laine, jusqu'à ce qu'elle adhère à la table. Cela fait, je pose un trousseau de clefs au milieu de la feuille de papier, je la soulève en la saisissant par deux angles. Si à ce moment quelqu'un vient à approcher son doigt du trousseau de clefs, il en tire une étincelle brillante. Le métal s'est emparé de l'électricité développée sur le papier; si le temps est bien sec, et si le papier a été bien chauffé à plusieurs reprises, l'étincelle peut atteindre 2 centimètres de longueur.

Nous allons facilement compléter notre matériel d'appareils électriques. Il va être question de faire un électrophore, une bouteille de Leyde, et d'obtenir des étincelles électriques dépassant 1 centimètre de longueur.

On prend un plateau à thé en fer blanc laqué de 30 à 40 centimètres de longueur; on découpe une feuille de papier d'emballage, épais et solide, de telle façon qu'il s'applique facilement sur la partie du plateau. On fixe, à l'aide de cire à cacheter, deux bandelettes de papier, à chaque extrémité de la feuille, de manière à pouvoir la soulever sans difficultés quand elle est posée à plat. Le plateau à thé est placé sur deux verres à boire qui lui servent de support. Voilà l'électrophore confectionné. Voyons maintenant comment on arrive à le faire fonctionner.

On chauffe la feuille de papier d'emballage au-dessus d'un feu très

Digitized by Google

ardent, d'un poêle ou d'un fourneau bien allumé; il faut chauffer longtemps, à plusieurs reprises, de telle façon que le papier soit bien sec, et que sa température soit aussi élevée que possible. Cela fait, on le pose rapidement, afin d'éviter son refroidissement, sur une table de bois, et on le frotte très énergiquement à l'aide d'une brosse à habit assez dure et bien sèche. On pose le papier sur le plateau; on touche le plateau avec le doigt et on soulève le papier par ses poignées. Si à ce moment une personne approche le doigt du bord du plateau, elle fera jaillir une étincelle visible (fig. 1). On peut remettre alors le

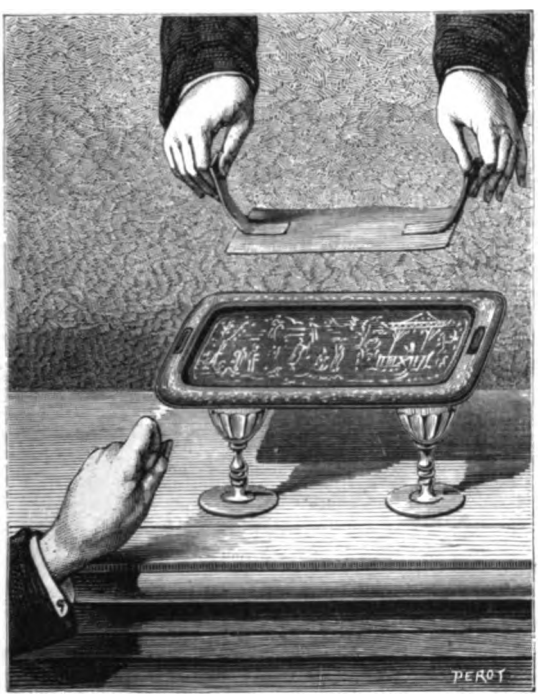


Fig. 1. — Un électrophore confectionné au moyen d'un plateau à thé et d'une feuille de papier.

papier sur le plateau, en toucher le bord une seconde fois, et soulever à nouveau le papier; une seconde étincelle jaillira, et ainsi de suite, à sept ou huit reprises différentes.

Nous voilà pourvus d'une véritable machine électrique. Comment arriverons-nous à fabriquer une bouteille de Leyde? Rien de plus facile : nous prendrons un gobelet de verre; nous planterons au milieu de ce plomb de chasse une cuiller à café, et si tous ces objets sont bien secs, nous aurons une excellente bouteille de Leyde.

Digitized by Google

Pour la charger, nous ferons fonctionner notre électrophore comme nous l'avons indiqué précédemment. Pendant qu'un opérateur touchera le bord du plateau et soulèvera la feuille de papier, une autre personne tenant le gobelet de verre par le fond, l'approchera du plateau, de telle façon que la petite étincelle jaillisse à l'extrémité du manche de la cuiller. On chargera ainsi la bouteille de Leyde au moyen de plusieurs étincelles successives; on pourra alors en obtenir une petite décharge, soit en l'approchant du plateau, soit en la présentant devant la main (fig. 2).

Fig. 2. — Une bouteille de Leyde faite avec un verre, du plomb de chasse et une cuiller.

Il n'est pas impossible, après l'électricité, d'aborder l'étude du magnétisme et de construire même une boussole. M. Tissandier en trouve le moyen en empruntant un passage curieux du *Magasin pittoresque*, Prenons, dit-il, un petit bouchon et passons au travers une aiguille à tricoter ordinaire (fig. 3) que nous aurons aimantée, en la plaçant N. S. et en la frottant doucement et toujours dans le même sens au moyen d'un de ces petits aimants en fer à cheval, de 60 centimes, dont s'amusent les enfants. Une fois l'aiguille E traversant le bouchon, vous

Digitized by Google

implantez dans ce bouchon une aiguille à coudre, ou mieux une épingle dont la pointe posera dans l'un des trous couvrant la partie supérieure d'un dé à coudre. Pour faire tenir l'aiguille aimantée en équilibre, vous enfoncerez une allumette C dans le bouchon, de chaque côté, comme le montre la figure, et vous ferez adhérer à l'ex-

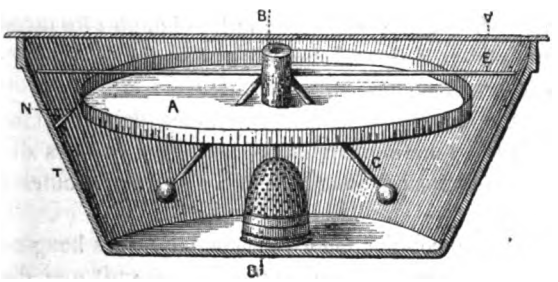


Fig. 3. — Une boussole économique.

trémité de chacune des allumettes une boulette de cire. Vous équilibrerez tout ensemble l'aiguille, les balles, l'épingle, de manière que tout tienne bien, ainsi que le dessin l'indique. Comme il est très important qu'avec un instrument aussi sensible l'agitation de l'air soit évitée, vous placerez votre dé au fond d'une terrine vulgaire de terre cuite BDT et vous le fermerez avec une vitre V. Pour graduer la boussole, à l'aide d'un compas on décrit un cercle sur un papier un peu résistant. Sur ce cadran, on trace des divisions suffisamment rapprochées, seulement aux extrémités nord de l'aiguille, puis on fixe le papier au-dessous comme l'indique la figure 3. Ensuite, on colle avec une boulette de cire un bout d'allumette appointie N, vis-à-vis l'extrémité nord de l'aiguille dans l'intérieur de la cuvette. On a de la sorte une excellente boussole à peu de frais.

On peut encore aimanter une fine aiguille à coudre, et la graisser en la frottant avec un peu de suif. Dans ces conditions, elle devient capable de flotter à la surface de l'eau contenue dans un verre et s'oriente en tournant vers le pôle. P. R.

LES POLARISATEURS DU PROFESSEUR AVENARIUS

Tous les systèmes d'éclairage électrique dont les foyers sont montés *en tension* sur le même circuit présentent cet inconvénient que, chaque cause qui influence un des arcs réagit sur le circuit entier

Digitized by Google

et par suite sur tous les autres foyers. Ainsi, par exemple, avec les bougies Jablochkoff, il suffit d'un morceau de charbon désagrégé dans l'une d'elles, circonstance très fréquente, pour diminuer la conductibilité de la bougie, affaiblir le courant et affaiblir ainsi la lumière produite par toutes les autres. Chaque bougie ayant les défauts inhérents à sa fabrication, et les perturbations que chacune peut produire venant s'ajouter aux perturbations dues aux autres bougies du même circuit, on s'explique par ce fait seul les variations de puissance que présentent les foyers électriques de cette nature.

Il suffit d'une mauvaise bougie intercalée dans un circuit pour rendre mauvais le fonctionnement de toutes les bougies de la même série, et si cette mauvaise bougie vient à s'éteindre, toutes les autres en font autant.

Ajoutons encore comme défauts secondaires des bougies *en série* l'obligation de n'introduire dans un même circuit que des bougies d'un type parfaitement déterminé à l'avance comme système, dépense électrique et puissance lumineuse, et l'inconvénient de ne pouvoir augmenter ni diminuer cette puissance lumineuse suivant les besoins.

La disposition imaginée par M. Avenarius, et désignée sous le nom de *polarisateur*, a pour but de remédier à ces inconvénients graves et de les faire disparaître, au moins en partie : elle consiste en principe à introduire en dérivation sur chaque bougie un certain nombre de voltamètres en série, suivant la force électro-motrice nécessaire au fonctionnement de la bougie à raison d'un voltamètre pour une différence de potentiels égale à deux volts environ.

L'introduction d'un polarisateur plus ou moins puissant permet, d'après M. Avenarius, de faire passer un courant plus ou moins intense directement dans la bougie par suite du montage en dérivation.

Lorsqu'une bougie tend à mal brûler, il passe plus de courant par le polarisateur, et l'entretien même d'une bougie n'influence pas sensiblement la puissance des autres.

L'emploi du polarisateur permet aussi, d'après M. Avenarius, de substituer à une bougie d'une puissance donnée un nombre plus grand de bougies moins puissantes.

En rendant l'une des lames de chaque voltamètre du polarisateur mobile, on peut faire varier sa résistance propre et par suite affaiblir ou augmenter l'intensité du courant qui traverse une bougie particulière sans changer l'intensité sur le circuit général.

Enfin, si le polarisateur est composé d'un nombre considérable de lames à grande surface, il peut régler la combustion sans subir l'influence de la marche irrégulière de la machine.

Digitized by Google

Tels sont les avantages du polarisateur de M. Avenarius mis en relief par le journal russe *le Golos*.

Ces renseignements sont, on le voit, bien vagues et ne suffisent pas pour qu'on puisse discuter complètement la question.

L'*Électricité* de Pétersbourg à qui nous empruntons ces renseignements fait suivre l'article du Golos de quelques réflexions qui nous semblent fort justes et que nous allons résumer en attendant des détails plus complets.

En ce qui concerne la dépendance de bougies et leur puissance, on peut remédier à ces deux inconvénients par l'emploi des régulateurs différentiels[1]. Dans ces régulateurs, chaque appareil est indépendant de tous les autres placés dans le même circuit. On peut affaiblir la lumière fournie par une lampe donnée en raccourcissant l'arc sans augmenter pour cela l'intensité de la circulation générale, et, pour obtenir plusieurs foyers moins puissants, il suffit de monter deux ou trois lampes en dérivation, de sorte que l'intensité du courant qui les traverse n'est que la moitié ou le tiers de l'intensité totale. On peut aussi obtenir cet affaiblissement de puissance en dérivant une partie du courant sur un circuit de résistance déterminée ou en affaiblissant la puissance de la source électrique.

Grâce à l'élasticité propre aux régulateurs différentiels bien construits qui fonctionnent bien pour des courants dont l'intensité varie du simple au quadruple, et qui produisent des variations d'intensité lumineuse plus grandes encore, on peut satisfaire aisément à toutes les exigences que l'on rencontre dans la pratique.

Les bougies Jablochkoff qui sont, par leur nature même, des brûleurs à intensité constante, ou à peu près constante, n'auraient donc pas l'élasticité voulue, même en leur adjoignant les polarisateurs du professeur Avenarius.

L'auteur russe combat ensuite, en thèse générale, l'emploi des polarisateurs, qui ne paraissent utiles que lorsqu'on se sert de charbons parallèles. Les courants continus conviennent mieux à l'éclairage, le rendement lumineux est plus élevé, la lumière plus fixe, mieux répartie et *ne chante pas*, tout au moins lorsque le régulateur fonctionne bien.

M. Tchikoleff résume les observations que nous venons de présenter en disant que si le polarisateur de M. Avenarius présente un intérêt théorique, il n'amènera aucune révolution dans l'éclairage, ainsi que paraît le croire l'auteur de l'article du *Golos*.

[1] Les plus connus sont ceux de MM. Lontin, Siemens, Brush et Tchikoleff.

Digitized by Google

LA BALANCE THERMIQUE

DU PROFESSEUR S. P. LANGLEY

Note présentée à l'Académie nationale des sciences de New-York.

Lorsque le thermomètre n'est pas assez sensible dans les recherches délicates sur la chaleur rayonnante, on s'est servi jusqu'ici de la pile thermo-électrique de Melloni qui, avec le galvanomètre, permet d'obtenir d'importants résultats. Depuis quinze ans, la pile thermo-électrique n'a pas fait de progrès, et cependant il s'est présenté depuis un grand nombre de problèmes d'un très haut intérêt scientifique et pratique qui ne peuvent être résolus qu'à l'aide d'un instrument plus sensible et plus exact. Un de ces problèmes est celui de la distribution de l'énergie radiante dans un spectre pur, lorsque les rayons n'ont encore traversé aucun prisme. La pile thermo-électrique n'a pu me donner de résultats exacts. J'ai donc dû imaginer un appareil plus sensible et, y ayant réussi, j'espère qu'il deviendra bientôt d'une utilité générale.

Le principe de ce nouvel appareil a déjà été appliqué par le docteur Siemens et d'autres personnes dans des buts différents ; tel que je l'ai construit après plusieurs mois de recherches, il est surtout destiné aux médecins et aux physiciens astronomes. Il est fondé sur ce principe que si l'on chauffe un fil traversé par un courant électrique, il passe moins d'électricité dans ce fil que lorsqu'il était froid. Si deux fils semblables, conduisant des courants égaux d'une source puissante traversent un galvanomètre approprié, l'aiguille de l'appareil, sollicitée par deux actions égales et contraires, restera au repos. En affaiblissant si peu que ce soit l'un de ces courants en chauffant le fil, il se produira aussitôt une déviation due, non plus à la faible quantité qui a chauffé le fil, mais à la puissance électrique de la source dont ce faible échauffement règle le débit dans chaque bobine.

Voici maintenant comment ce principe est appliqué :

J'emploie du fer ou de l'acier laminé en feuilles excessivement minces.

A l'usine de MM. Miller et Parkin, à Pittsburg Penn, j'ai réussi à obtenir des feuilles d'acier de 1/8000 de pouce d'épaisseur (3 centièmes de millimètre).

Je dispose un certain nombre des ces feuilles de 1/32 de pouce de largeur et de 1/4 de pouce de longueur de façon qu'elles forment la partie principale du circuit au travers duquel passe une partie du courant d'une batterie puissante qui se relie ensuite au galvanomètre.

L'expérience prouve que le plus léger échauffement d'une série de ces lames diminue l'intensité du courant et produit de très grandes

Digitized by Google

indications sur l'appareil enregistreur. Le fer est le métal le meilleur que j'aie rencontré jusqu'ici ; mes expériences sur d'autres métaux continuent. L'appareil ainsi établi est de dix à trente fois plus sensible que la pile thermo-électrique la plus délicate, mais ce n'est là qu'un avantage secondaire à côté de sa grande précision et de sa facilité d'emploi. La pile thermo-électrique est lente, la balance thermique se met en équilibre en une seconde. Elle est presque aussi rapide que la vision.

Au point de vue de l'exactitude, l'expérience prouve que l'erreur possible sur une seule mesure faite avec l'instrument ne dépasse pas un centième de la quantité à mesurer.

L'appareil indique un changement de température des lames qui ne dépasse pas 1/50000 de degré Fahrenheit (1/30000 de degré centigrade). En le montant sur un télescope à réflexion, il signale la chaleur rayonnée par le corps d'un homme ou d'un autre animal placé dans le voisinage, même à des distances assez grandes.

Il le fait également la nuit et l'on peut dire, dans une certaine mesure, qu'il a la puissance de voir dans l'obscurité.

La meilleure preuve de son efficacité est fournie par une série de mesures faites sur la chaleur de la lune dans des conditions diverses pour se garantir des erreurs, chacune de ces mesures ne durant que quelques secondes.

Toutes ces expériences montrent que la plus faible quantité de chaleur rayonnée par la lune peut être mesurée par l'instrument même avec un télescope ordinaire.

MESURE DES PETITES RÉSISTANCES

(Analyse d'une note de M. Glazebrook, *Philosophical Magazine*, avril 1881.)

En mesurant des petites résistances à l'aide du pont de Wheatstone, au laboratoire de Cavendish, M. W. B. Allcock observa que la mesure apparente de la résistance dépendait de la résistance intercalée dans le circuit de la pile.

Voici comment était disposée l'expérience (figure 1) :

ADC, est le fil du pont.

D, le contact glissant.

P, la résistance de AD.

Q, la résistance de DC.

R, la résistance à mesurer AF.

S, l'étalon de résistance FC, auquel on doit comparer R.

Digitized by Google

ρ, est une résistance placée dans le circuit de la pile.

En K, se trouve une clef qui occupe deux positions : dans la première, le courant de la pile traverse la résistance ρ, dans la seconde, la résistance ρ est mise en court circuit et n'est pas traversée par le courant de la pile.

Voici maintenant comment se fait l'expérience :

On place la clef K de façon à *shunter* la résistance et l'on fait glisser D jusqu'à ce que le galvanomètre G soit amené au zéro.

On relève la clef pour placer la résistance ρ dans le circuit de la pile, l'aiguille du galvanomètre est alors considérablement déviée, si les autres résistances sont petites à côté de la résistance de ρ.

On peut aussi faire l'expérience inverse, c'est-à-dire placer le galvanomètre au zéro lorsque la résistance est dans le circuit ; en shuntant ensuite ρ, l'aiguille est déviée.

Dans ce dernier cas, la déviation est plus grande que dans le premier. En changeant le sens du courant, l'effet est aussi renversé,

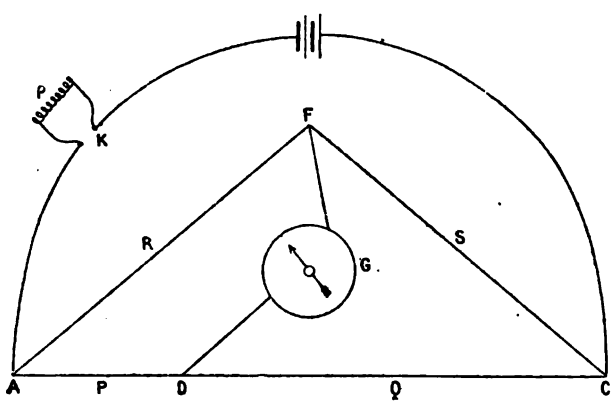


Fig. 1.

ce qui prouve que l'échauffement des bobines ne joue aucun rôle dans le phénomène.

M. R. T. Glazebrook, du laboratoire Cavendish, à Cambridge, a étudié ces effets avec le concours de M. E. B. Sargant, élève du Trinity College, et a démontré que cette différence résulte d'une action thermo-électrique produite au point de contact en D. Il a calculé la force électro-motrice développée au point D avec un pont dont le fil de 1 mètre de long, gradué en millimètres, avait une résistance de 0,08 *ohm*. La valeur de ρ était de 150 ohms. Les expériences ont été faites avec des éléments Daniell et des éléments Leclanché. Le fil du pont et la pièce de contact étaient formés d'un alliage de platine et

Digitized by Google

d'iridium, les autres fils étaient en cuivre. La valeur e de la force électro-motrice développée au point D a varié dans les expériences entre 6 et 7,5 microvolts. La concordance des résultats obtenus dans toutes les expériences montre que l'action produite au point de jonction est la cause principale du phénomène, et la constance de cet effet montre aussi que, s'il est dû à une différence de température entre le fil du pont et la pièce de contact, cette différence subit peu de variations.

La main de l'expérimentateur était séparée du métal de la pièce de contact par une enveloppe en bois.

Si les attaches A et C du fil de platine et le circuit de la batterie sont chauffés, l'effet diminue, en les refroidissant il augmente. L'effet est donc bien thermo-électriqne et dû à un échauffement du point D.

Il y a plusieurs moyens d'éliminer cet effet lorsqu'on fait des mesures de résistances.

La première méthode, fréquemment adoptée pour corriger cet effet thermo-électrique est due au professeur Chrystal et à M. Saunders (*Report on the Standard Units of Resistance, B. A. Report*, 1876, p. 13).

On fait le contact avec le contact glissant avant de mettre la batterie en action, et on attend jusqu'à ce que le courant thermo-électrique ait atteint une valeur fixe et que l'aiguille du galvanomètre s'arrête dans une position légèrement différente de sa position première. Si en établissant le contact avec la batterie on n'observe aucune déviation, la résistance est donnée par l'équation ordinaire :

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$$

Cette méthode ne peut naturellement s'appliquer que lorsque aucune des bobines employées n'a de *self-induction* appréciable.

Une seconde méthode consiste à renverser le sens du courant.

Soit P_1, Q_1, les valeurs de P et Q lorsque le courant passe dans une direction, P_2, Q_2 lorsqu'il passe en sens contraire.

La vraie valeur de $\frac{R}{S}$ est alors égale à :

$$\frac{1}{2}\left(\frac{P_1}{Q_1} + \frac{P_2}{Q_2}\right)$$

Une troisième méthode applicable aux bobines sans self-induction, consiste à intervertir la pile et le galvanomètre. La force thermo-électrique en D se superpose à celle de la batterie et la relation :

$$PS = QR$$

Digitized by Google

est alors exacte. L'objection la plus sérieuse qu'on puisse faire à cette méthode est que le courant tout entier doit traverser le contact glissant qui peut ainsi se trouver très échauffé et par suite endommager le fil du pont. La correction la plus simple consisterait à employer une pile de faible résistance comparée à celle des autres résistances du système. M. Glazebrook a essayé d'employer du fil de cuivre pour former le pont de manière à le composer d'un seul métal, mais il a trouvé que le contact entre les doigts de deux pièces de fil de cuivre de diamètres un peu différents produit un courant très appréciable.

Le chiffre de 6 à 7,5 microvolts trouvé par MM. Glazebrook et Sargant représente à peu près la force électro-motrice d'un couple thermo-électrique cuivre-platine dans lequel la différence de température est comprise entre 2° et 3°.

COMPTEUR TOTALISATEUR ÉLECTRIQUE

DE M. DUMOULIN-FROMENT

Le moyen le plus simple et le plus fréquemment employé pour compter le nombre de tours d'une machine ou d'un appareil consiste à relier le compteur mécaniquement à l'arbre de rotation; d'autres fois on envoie l'indication à distance à l'aide d'un courant électrique qui fait apparaître un nouveau chiffre sur le compteur à chaque nouvelle émission du courant.

Le problème devient plus difficile lorsqu'on a plusieurs appareils indépendants, ayant chacun une marche propre et que le compteur doit totaliser les nombres correspondant séparément à chacun des arbres.

L'usine à gaz de la Villette, par exemple, possède dix compteurs en relation avec dix gazomètres et qui donnent ou qui peuvent donner simultanément passage au gaz d'éclairage pour alimenter la canalisation.

Chaque compteur peut être traversé par 40 000 mètres cubes de gaz par jour, soit 400 000 mètres pour les dix compteurs.

Si l'on veut avoir à chaque instant le débit total, depuis le commencement de l'année, le compteur totalisateur doit enregistrer la somme des mètres cubes débités par chaque gazomètre, le chiffre pouvant atteindre, à la fin de l'année, la somme énorme de 146 000 000 de mètres cubes.

Dans ce cas particulier, on ne pouvait pas avoir recours aux trans-

Digitized by Google

missions mécaniques, car le compteur totalisateur devait être placé à distance pour qu'on puisse faire les lectures à toute heure du jour et de la nuit, alors qu'il est interdit de pénètrer avec une lumière dans le local où sont placés les compteurs partiels.

Pour satisfaire à ces conditions, il a donc fallu se servir de l'électricité ; M. Dumoulin-Froment, qui était chargé de la construction de cet appareil, est parvenu très ingénieusement à surmonter les difficultés dans un appareil qui a reçu d'ailleurs la consécration de la pratique, puisqu'il fonctionne sans interruption depuis plus d'un an. M. Dumoulin-Froment a présenté à la Société d'encouragement, le 22 avril dernier, un compteur totalisateur du même système fonctionnant avec quatre compteurs seulement au lieu de dix, mais le principe étant le même, c'est ce modèle plus petit que nous avons choisi pour en expliquer le fonctionnement.

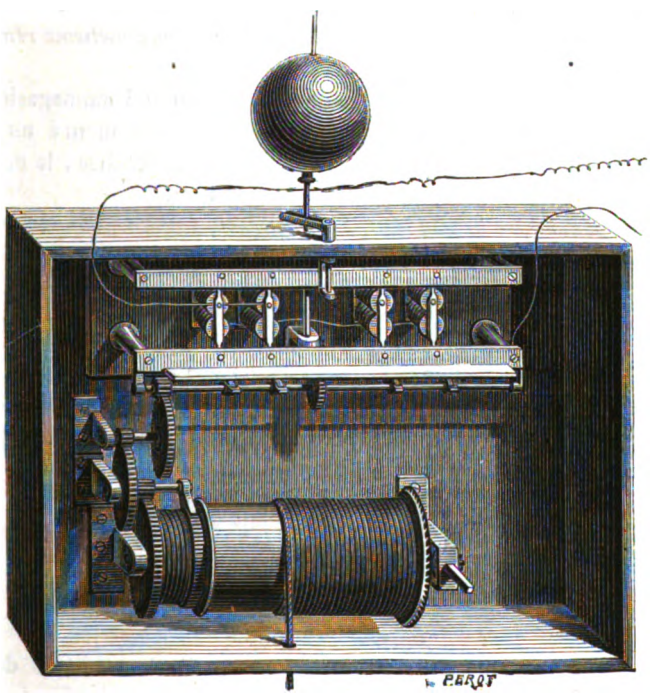


Fig. 1. — Compteur électrique totalisateur de M. Dumoulin-Froment. — Distributeur emmagasinant les émissions de courant pour les transmettre *successivement* au compteur totalisateur.

Une fois la nécessité d'une transmission électrique justifiée, voyons la principale difficulté qu'avait à vaincre M. Dumoulin-Froment.

Digitized by Google

Les mouvements des compteurs à gaz sont absolument indépendants les uns des autres. Il peut donc arriver, à certains instants, une concordance entre les émissions de courant de deux ou plusieurs de ces compteurs : dans ce cas, les divers courants parvenant *simultanément* au totalisateur, l'action aurait été la même que si une seule émission avait été faite, et le compteur totalisateur aurait toujours été pratiquement *en retard* sur la consommation réelle indiquée par les dix compteurs partiels.

Pour lever cette difficulté, M. Dumoulin-Froment a imaginé d'*emmagasiner* les émissions de courant simultanées et de ne les envoyer que *successivement* au compteur totalisateur, de telle façon que chacune produise la même action que si elle était seule au moment où elle s'est produite ; il a mis à profit, pour cela, une propriété des électro-aimants qu'on s'efforce généralement de faire disparaître, parce qu'elle est plutôt nuisible qu'utile, mais qui, dans ce cas particulier, a rendu de très grands services. Nous voulons parler du *magnétisme rémanent* des électro-aimants.

La figure 1 représente le système distributeur qui emmagasine les émissions de courants pour les transmettre successivement à un compteur électrique de forme ordinaire (fig. 2) qui les totalise ; la figure 3 est le détail d'un électro-aimant du distributeur.

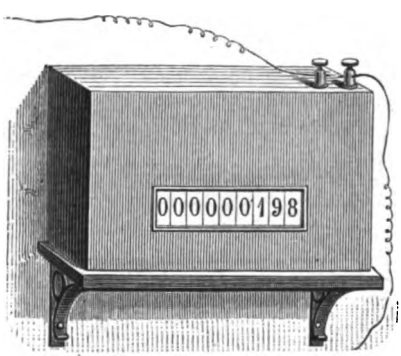


Fig. 2. — Compteur totalisateur électrique ordinaire, additionnant les émissions successives de courant qu'il reçoit.

Le distributeur (fig. 1) renferme quatre électro-aimants dont le détail est donné dans la figure 3. Chacun d'eux communique avec un des compteurs à gaz partiels et est traversé par un courant au moment où une rotation complète de l'arbre du compteur partiel correspondant est effectuée. Devant chaque électro-aimant A (fig. 3) est une lame de fer B, écartée des pôles de A par un faible ressort B.

Le totalisateur ne peut recevoir aucun courant tant que l'armature

Digitized by Google

reste collée contre l'électro. C'est seulement au moment où la lame quitte l'électro qu'il y a émission de courant dans le totalisateur, comme nous allons le montrer. Il faut donc éviter que deux armatures quittent en même temps leurs électro-aimants pour que les émissions correspondantes ne se confondent pas dans le totalisateur.

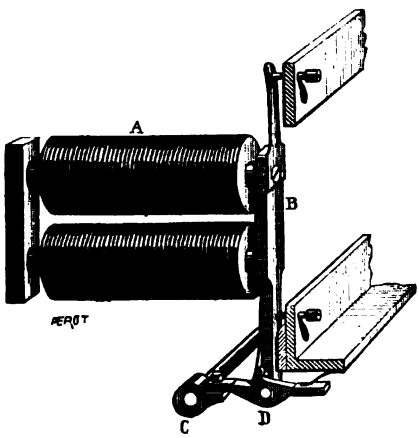


Fig. 3. — Détail d'un électro-aimant du distributeur.

Pour cela, un mouvement d'horlogerie mû par un poids et réglé par un pendule conique produit la rotation de l'arbre représenté en coupe en C. Cet arbre porte une came en face de chaque électro-aimant, et ces cames sont calées de telle sorte que les couteaux d'acier qui les terminent soient disposés régulièrement en hélice autour de l'arbre. Pendant leur rotation, ces cames viennent rencontrer des pièces D fixées à l'extrémité inférieure des armatures B, lorsque ces armatures sont appliquées contre les électro-aimants A.

La rotation de l'arbre C est notablement plus courte que celle que peut prendre l'arbre de chacun des compteurs à gaz.

Voici maintenant comment fonctionne le système :

L'armature B de chaque électro-aimant reste écartée de son électro tant que le compteur correspondant n'a pas fini sa révolution. A ce moment, un courant est envoyé dans l'électro-aimant A et l'armature B est attirée. Le courant envoyé par le compteur à gaz partiel ne traverse l'électro-aimant A que pendant un temps très court, mais l'armature B reste fixée à l'électro par suite de l'action du magnétisme rémanent et le totalisateur ne reçoit rien; mais la rotation de l'arbre C fait agit la came, l'armature est séparée de l'électro et à cet instant un courant est envoyé au totalisateur qui indique une unité de plus.

Au tour suivant, si l'armature n'a pas été attirée de nouveau dans l'in-

Digitized by Google

tervalle, la came fixée sur l'arbre C passera sans toucher D et il n'y aura pas d'émission au totalisateur tant que l'armature B n'aura pas été attirée de nouveau.

Comme les compteurs à gaz tournent moins vite que l'arbre C, il ne peut y avoir deux émissions successives avant que la came ait détaché l'armature et par suite pas de tour qui ne soit marqué.

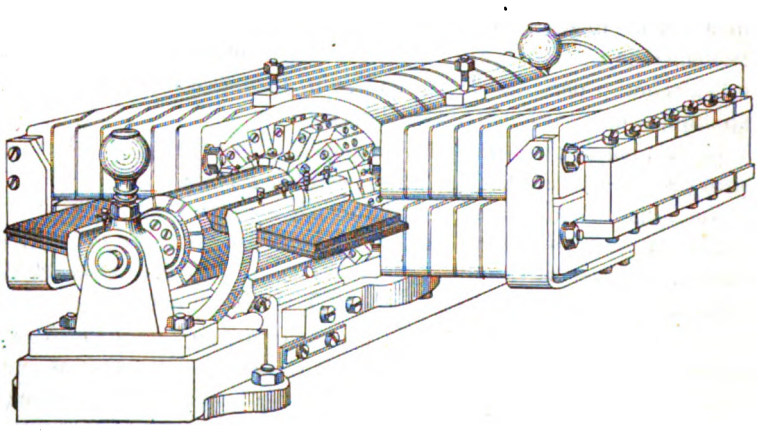
Dans le cas où les quatre compteurs à gaz auraient terminé *simultanément* leur révolution, les quatre électros attireraient *simultanément* les quatre lames, mais les quatre courants ne seraient envoyés que *successivement* au totalisateur, puisqu'ils correspondent au passage successif des cames devant les pièces D; le totalisateur marquera donc en tout cas les indications effectives.

Le fonctionnement de l'appareil de M. Dumoulin-Froment est si satisfaisant qu'un nouvel appareil à douze compteurs est actuellement en construction pour une autre grande usine à gaz de Paris : c'est le meilleur éloge que nous puissions en faire.

MACHINE DYNAMO-ÉLECTRIQUE

POUR LE RAFFINAGE DES MÉTAUX, CONSTRUITE PAR MM. SIEMENS ET HALSKE (DE BERLIN)

Cette machine représentée en perspective dans la figure ci-dessous ne diffère pas, dans son principe, des machines bien connues de



Machine dynamo-électrique Siemens et Halske.

MM. Siemens et Halske; elle est remarquable cependant à plus d'un

Digitized by Google

titre par sa puissance et ses qualités spéciales que nous allons rapidement mettre en relief.

Les courants destinés aux décompositions chimiques doivent avoir une très grande intensité, les machines qui les fournissent doivent donc être des machines *de quantité*, c'est-à-dire avoir une très-faible résistance intérieure et une faible force électro-motrice.

Pour réaliser pratiquement ces conditions, les électro-aimants et la bobine ne sont pas recouverts de fil, mais de barres de cuivre, de section rectangulaire.

L'induit ne porte qu'une seule couche, avec l'enroulement de M. Hefner-Alteneck. Pour relier entre elles les lames correspondantes, on emploie sur la face de la bobine opposée au collecteur de larges lames contournées en spirales.

Sur la face antérieure de la bobine, du côté du collecteur, les lames sont reliées à ce dernier à l'aide de fortes cornières en cuivre, ainsi que le représente la figure ci-contre.

L'inducteur est aussi formé d'une seule couche de bandes de cuivre disposées en forme de spires, au nombre de sept sur chaque branche, soit vingt-quatre en tout. La section transversale de ces barres est de 13 centimètres carrés; les jonctions sont boulonnées et soudées pour assurer de bons contacts.

L'isolement des spires est fait avec de l'amiante qui, par suite de son incombustibilité, permet à la machine de s'échauffer sans danger; aussi la machine en fonction s'échauffe-t-elle, bien que les surfaces extérieures des barres de cuivre soient nues et noircies pour faciliter leur refroidissement.

En tenant compte de la section énorme des conducteurs, on peut se faire approximativement une idée de l'intensité du courant produit par la machine.

A Oker, trois de ces machines fonctionnent continuellement jour et nuit, la première depuis plus de deux ans; deux nouvelles machines vont y être établies. Chacune d'elles alimente dix à douze réservoirs de dépôt; la couche de cuivre déposée dans chacun de ces réservoirs atteint une épaisseur de 5 millimètres en vingt-quatre heures; une machine dépose de 250 à 300 kilogrammes dans les dix à douze réservoirs en dépensant huit à dix chevaux de force. La résistance intérieure de la machine est de sept dix millièmes d'unité Siemens, et sa force électro-motrice est de trois Daniell environ.

Ces conditions de fonctionnement ne sont applicables que lorsque le cuivre à raffiner ne renferme pas plus de 2 pour 100 d'impuretés.

Avec un cuivre plus impur, la polarisation dans les réservoirs de dépôt deviendrait trop grande, la dépense de travail des machines

Digitized by Google

augmenterait dans les mêmes proportions et l'exploitation cesserait d'être avantageuse. Ce procédé métallurgique n'est donc applicable que si le travail dépensé a peu de valeur ou que la valeur des produits déposés est très grande.

(Extrait du *Zeitschrift für angewandte Electricitatslehre*).

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séances des 18 et 27 avril.

Séances pauvres en électricité. Celle du 18 avril ne renferme que la note de M. Reynier sur la pile secondaire de M. Camille Faure, dont nous avons donné la description dans le n° 2 de l'*Électricien*. Dans celle du 25 avril, nous n'avons à signaler qu'une note de M. Gaiffe que nous reproduisons ci-dessous.

Causes perturbatrices des transmissions téléphoniques.
Note de *M. A. Gaiffe.*

Dans la note communiquée à l'Académie le 28 mars dernier, j'ai signalé la naissance de courants dans une tige de fer mise en vibration par des chocs. L'expérience suivante semble indiquer que ces courants sont produits par induction :

Deux baguettes d'égales longueurs ayant été coupées dans la même tringle d'un acier susceptible de se polariser fortement sans être trempé, une des deux baguettes a été aimantée autant que possible ; puis on les a placées dans un circuit téléphonique, ainsi que cela a été expliqué dans la note du 28 mars. En les frappant tour à tour de la même manière, j'ai pu constater que la barre aimantée donnait des courants énergiques, tandis que l'autre ne donnait relativement que fort peu de chose.

Ce fait me paraît pouvoir trouver dans la théorie d'Ampère une explication satisfaisante :

Il doit se produire dans l'aimant en vibration des courants analogues aux extra-courants qui naîtraient dans un solénoïde dont on modifierait la position respective des spires en le faisant vibrer.

Digitized by Google

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

CONGRÈS D'ALGER

Sur un appareil de mesure des coefficients d'induction.
Note de *M. Marcel Brillouin.*

Les électriciens ont déjà pris l'habitude de mesurer en ohms, farads, volts, les résistances, les capacités et les forces électromotrices. Pour qu'il en soit de même des coefficients d'induction, il faut pouvoir comparer facilement une bobine quelconque à une autre préalablement étalonnée. L'indication détaillée des méthodes a fait l'objet d'un article du *Journal de physique* (mars 1881). Le rapport des coefficients d'induction est toujours donné par le rapport de deux résistances, lorsque par un réglage convenable l'aiguille d'un galvanomètre reste au zéro, aussi bien au moment de la fermeture ou de l'ouverture du circuit que pendant le courant permanent.

Pour séparer les deux réglages relatifs l'un au courant permanent, l'autre au courant instantané, il est commode d'avoir des bobines étalonnées à coefficient d'induction variable, mais à résistance constante. Deux dispositions distinctes ont été adoptées : l'une pour obtenir des coefficients d'induction qui varient comme les nombres entiers ; l'autre dans laquelle la variation est continue.

Ce dernier est formé d'une bobine cylindrique longue, sur laquelle le fil inducteur doit être enroulé avec une grande régularité. A son centre est placée une petite bobine mobile autour d'un axe perpendiculaire aux deux axes de figures des deux cylindres. Le coefficient d'induction mutuelle des deux bobines serait proportionnel au cosinus de l'angle de leurs axes de figure si la bobine extérieure était très longue. En l'employant seulement pour les fractions d'unité, une erreur relative de 1/100 est sans importance, et il suffit d'une assez faible longueur pour l'éviter.

Les unités sont obtenues au moyen de la seconde disposition. Elle est fondée sur ce fait que le courant induit dans deux fils très voisins par une bobine un peu éloignée a exactement la même valeur. L'appareil se compose donc d'une bobine intérieure, sur laquelle est enroulé le fil inducteur, et d'une bobine plus grande qui l'entoure comme dans l'appareil Ruhmkorff, mais sans fer doux. Le fil extérieur n'est pas simple. Une corde a été formée au moyen de 20 fils égaux, légèrement tordus ensemble, et c'est cette corde qu'on enroule sur la bobine extérieure. L'induction dans chacun des 20 fils est la même. Suivant la manière de réunir les extrémités des fils on pourra avoir des coefficients d'induction variant de 1 à 10, avec une résistance

Digitized by Google

totale constante, celle des 20 fils mis bout à bout. Par exemple, prenons p fils dans un sens, et p autres en sens contraire, le courant induit total correspondant sera nul, et si on met ensuite bout à bout dans le même sens les $20-2p$ fils restants, on aura un coefficient d'induction égal à $10-p$.

L'appareil construit par la maison Bréguet a été l'objet de quelques vérifications; je puis déjà répondre que par sa construction, sans précautions ni réglage, l'égalité des coefficients d'induction de chacun des 20 fils se vérifie par expérience au moins à 1/400 près de leur valeur. Elle est même prolablement plus grande; mais le peu de temps dont j'ai disposé depuis la réception de l'appareil ne m'a pas permis d'atteindre toute la précision que les expériences comportent.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 mai 1881.

M. Bouty expose à la Société le résultat de ses recherches sur les pressions produites par les dépôts galvaniques. (Voir les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 4 avril. *Électricien* du 1er avril 1881, page 96).

M. Worms de Romilly présente des appareils à faire le vide dont nous n'avons pas à parler ici.

Tout l'intérêt de la séance était porté, il faut bien le reconnaître, sur la présentation à la Société de physique de la pile secondaire de M. Camille Faure, par M. Émile Reynier.

Les lecteurs de l'*Électricien* connaissent l'accumulateur de M. Faure par la description que M. Niaudet en a donnée dans le numéro du 1er mai 1881, nous n'avons donc pas à y revenir.

Nous voulons seulement présenter quelques observations au sujet de deux affirmations de M. Reynier qui paraissent fort contestables.

M. Reynier a démontré d'abord, théoriquement, que la pile de M. Faure rendait 80 pour 100 en énergie électrique de l'énergie mécanique dépensée pour la charger. Les calculs de M. Reynier sont rigoureux et nous n'y contredisons pas, mais les hypothèses sur lesquelles il appuie ses calculs sont inacceptables. Il faudrait en effet pour cela :

1° Que la machine magnéto ou dynamo-électrique transforme intégralement en électricité tout le travail qu'elle reçoit. On sait que, dans les meilleurs conditions, la transformation ne dépasse pas 90 pour 100, et qu'une fraction seulement de cette énergie électrique est dis-

Digitized by Google

ponible dans le circuit extérieur, et par suite emmagasinable dans la pile;

2° Que toute la quantité d'électricité emmagasinée dans la pile soit ensuite restituée intégralement, sans pertes et sans fuites d'aucune espèce pendant la décharge.

M. Planté a trouvé que la pile rendait seulement dans la décharge 88 à 89 pour 100 de l'énergie électrique dépensée pendant la charge.

Si l'on tient compte enfin de la répartition entre le circuit extérieur et la résistance intérieure de l'énergie totale emmagasinée, c'est encore le chiffre de 90 pour 100 qui sera disponible. Puis enfin un nouveau coefficient de 80 pour 100 intervient lorsqu'on veut transformer cette énergie électrique disponible en travail effectif.

En partant d'un travail *effectif* égal à 100 dépensé par la machine de charge, on établit ainsi qu'il suit le rendement réellement pratique:

a. Travail effectif dépensé. 100
b. Travail transformé en électricité $100 \times 0,9$ 90
c. Travail utilisable pour la charge de la pile $90 \times 0,9$ 81

Ici nous admettons que ce travail disponible est *intégralement* emmagasiné dans la pile. C'est le cas le plus favorable.

d. Énergie maxima totale qui peut rendre la pile pendant la décharge, 90 pour 100 du travail emmagasiné, soit $81 \times 0,98$ 72,9
e. Répartition de cette énergie maxima entre le circuit extérieur utile et la résistance intérieure, soit $72,9 \times 9$. 65,6
f. Perte lorsqu'on veut transformer cette énergie en travail effectif sur un moteur $65,9 \times 0,8$. 52,5

Pratiquement, on pourra donc recueillir en travail effectif, dans les meilleures conditions possibles, *cinquante-deux pour cent* du travail réellement dépensé sur l'arbre de la machine magnéto ou dynamo-électrique qui charge les piles.

Ce rendement est inférieur a celui obtenu par une transmission électrique de force à l'aide de conducteurs, car il est facile dans ce dernier cas d'atteindre le chiffre de 60 pour 100 et de supprimer le camionnage des éléments, le point le plus important de la question.

Ce n'est donc pas le rendement qu'il fallait invoquer pour mettre en relief les avantages des accumulateurs électriques, mais seulement leur puissance. A ce point de vue, le progrès réalisé par M. Faure est cependant bien moins important que ne semble le croire M. Reynier. Répondant à une question d'un des membres de la Société,

Digitized by Google

M. Reynier a dit que, à poids égal, la pile de M. Faure emmagasinait *quarante* fois plus que la pile secondaire de M. Gaston Planté.

L'heure avancée ne nous a pas permis de répondre en détail, et comme nous l'aurions voulu, à cette affirmation, et de citer les chiffres des expériences que nous avons faites avec M. Frank-Géraldy sur la pile de M. Planté. Nous publierons tous ces chiffres dans un prochain numéro de notre Revue, mais nous pouvons dire dès à présent que, en admettant d'une part comme exacts les chiffres donnés par M. Reynier, c'est-à-dire que 75 kilogrammes de piles de M. Faure permettent d'emmagasiner un cheval de force pendant une heure, et d'autre part nos expériences directes sur les piles Planté, la puissance d'emmagasinement des piles de M. Faure varie entre UNE FOIS ET DEMIE et TROIS FOIS la puissance des piles de M. Gaston Planté, suivant des circonstances que nous ferons connaître. Nous voilà bien loin du chiffre de QUARANTE FOIS donné par M. Reynier qui a fait, sans doute, ses mesures sur des piles Planté incomplètement ou mal formées, et que, par conséquent, nous ne saurions accepter.

Cette critique n'a pas pour but d'enlever quoi que ce soit au mérite de l'invention de M. Camille Faure qui est parvenu, en fait, au point de vue purement scientifique, à *augmenter* la puissance des accumulateurs de M. Gaston Planté, et à supprimer presque complètement la longue, délicate et fastidieuse opération de la *formation* des éléments.

E. H.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

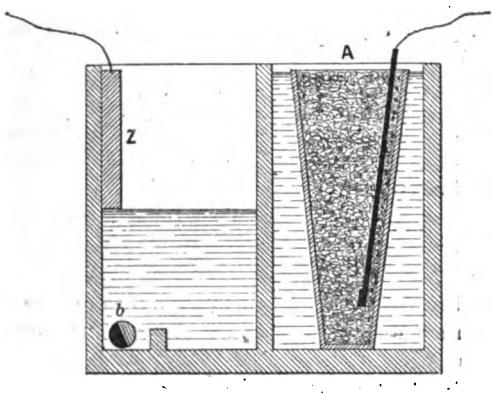
LA PILE-ÉTALON DU POST-OFFICE DE LONDRES

Pour effectuer des mesures exactes à moins d'un centième près et comparer la force électro-motrice des piles, nous ne saurions conseiller une pile-étalon plus simple et plus pratique que celle qui est représentée ci-contre, et dont nous empruntons la description à M. Kempe dans le *Journal of the Society of telegraph engineers*, de juin 1880.

Elle est composée de deux chambres. Le compartiment de droite renferme un vase poreux plat A dans lequel se trouve une lame de cuivre et des cristaux de sulfate de cuivre. C'est là où l'on met la pile lorsqu'elle n'est pas en service. Le compartiment de gauche est rempli jusqu'à un certain niveau d'une solution à moitié saturée de sulfate de zinc et renferme la lame de zinc Z. Un crayon de zinc *b* est placé dans le fond de ce compartiment, immédiatement au-dessous de la lame de zinc Z.

Digitized by Google

Lorsqu'on veut se servir de cette pile, on retire le vase poreux du compartiment de droite et on le place dans le compartiment de gauche; le niveau de la solution de zinc s'élève et vient mouiller la lame. La pile est alors prête à fonctionner. Lorsqu'on a fini les mesures, on



replace le vase poreux dans le compartiment de droite; pendant la période de repos, toute la solution de sulfate de cuivre qui s'est mêlée à la solution de sulfate de zinc se dépose sur le cylindre *b*; la solution reste alors toujours bien claire.

La force électro-motrice de cet élément est égale à 1,07 volts : c'est celui dont on fait usage au Post-Office de Londres pour tous les essais de lignes et d'appareils.

FAITS DIVERS

Le téléphone en Chine. — La langue chinoise est si compliquée qu'il est très difficile d'établir un système pratique de transmission des messages télégraphiques. Le téléphone est donc reçu avec une faveur toute particulière par le gouvernement chinois qui s'est enfin décidé à établir un système téléphonique complet sur le territoire de l'empire, en commençant au nord de Yang Tse Kiang. M. J. A. Beth, le télégraphiste américain, qui a déjà établi le télégraphe de Tientsin à Taku, est chargé de ce travail important.

Les cartes-télégrammes. — Avec les cartes-télégrammes ouvertes, on peut obtenir le format double pour la *réponse payée* d'avance, tandis qu'avec les cartes de cinquante centimes (cartes fermées), il est impossible, soit par le format double, soit par *une mention de service, apposée avec un timbre sur*

Digitized by Google

l'adresse même, d'obtenir que le destinataire du télégramme puisse répondre *gratis*.

Il y a là, en effet, au profit des cartes à trente centimes un privilège dont se plaignent à juste titre les cartes à cinquante centimes, ou pour mieux dire le public.

Nous signalons bien volontiers au zèle si entendu de l'honorable ministre des postes et télégraphes un inconvénient auquel il saura remédier, nous en sommes certain.

—

MM. Barraud et Lund, de Cornhill, ont imaginé un ingénieux système pour faire les essais de leur système d'horloges électriques, et en signaler automatiquement les défauts.

Le système se compose en principe d'une sonnerie électrique d'alarme et d'une série d'indicateurs reliés à chaque branche de distribution. Aussi longtemps que les transmissions dans les fils sont bien régulières, la sonnerie reste muette, mais si l'un des circuits ne reçoit pas son signal horaire, la sonnerie fonctionne et un numéro correspondant tombe sur l'indicateur qui dénonce la ligne en défaut.

C'est la première fois, croyons-nous, qu'on a construit un appareil tel qu'une ligne rompue signale elle-même automatiquement sa rupture.

(*Telegraphic Journal*).

—

Le *Scientific American* du 9 avril 1881 parle d'une machine à purifier électriquement le gruau, qui a été essayée avec succès, il y a environ un an, à New-Haven (Amérique).

Cette machine consiste en une série de rouleaux en caoutchouc durci, électrisés par le frottement de poils ou de laine; le gruau passe lentement sous ces rouleaux, à une distance d'environ 2 pouces, le long d'un réservoir peu profond qui est secoué rapidement de manière à amener à la surface la partie la plus légère, c'est-à-dire le son; celui-ci saute contre les rouleaux électrisés et s'y attache jusqu'à ce que des brosses toujours en mouvement viennent l'enlever pour le rejeter dans un réservoir placé d'un côté de la machine, tandis que la partie la plus lourde, le gruau, est rejetée électriquement et retombe dans les blutoirs.

Cette machine supprime entièrement les courants d'air qui remplissaient les moulins d'une poussière très inflammable et explosible, elle est d'un prix peu élevé, prend peu de place, a besoin d'une force motrice peu considérable, sépare parfaitement la farine du son, diminue les déchets et produit plus que les autres systèmes employés.

Tels sont, du moins, les avantages que lui attribuent les inventeurs MM. Smith et Osborne. La Société du Purificateur électrique de New-Haven s'est rendue acquéreur du brevet.

—

Dans la séance du samedi 2 avril, le bureau du Conseil municipal de Paris a reçu l'importante pétition suivante :

Digitized by Google

« Les soussignés proposent que la question des chemins de fer métropolitains destinés à satisfaire aux besoins tous les jours plus grands de la circulation à l'intérieur de Paris, et à diminuer l'encombrement actuel des principales voies de la capitale soit mise à l'ordre du jour des travaux du Conseil municipal de Paris.

« Ils demandent au Conseil de vouloir bien nommer une Commission spéciale chargée d'étudier la question à nouveau pour arriver à ce résultat très désirable aussi rapidement que possible ».

Signé : Villard, Dupont, Delattre, Royer, Murat, Boll, Loiseau, le colonel Martin, Georges Martin, Vauthier Reygeal, de Heredia, Cusset, de Lanessan, Jules Roche, Bourneville, Yves Guyot.

Cette pétition indique assez que la question des chemins de fer métropolitains, aériens ou souterrains, est aujourd'hui complètement mûre et qu'ils ne sauraient tarder à recevoir de nombreuses applications. Quatre modes de traction se trouvent en présence : la vapeur, l'air comprimé, l'eau surchauffée et l'électricité. Ce dernier système présente tant d'avantages sur ses rivaux que le succès final ne nous paraît pas douteux, surtout si les usines de force électrique pour la traction des chemins de fer métropolitains sont utilisées en même temps pour fournir de l'électricité à l'industrie privée pour l'éclairage, les petits moteurs et les innombrables applications auxquelles se prête si merveilleusement le fluide électrique.

—

Nous reproduisons ici, mais seulement à titre de document curieux, la circulaire envoyée par M. S. Philippart à tous les propriétaires et locataires du département de la Seine.

Paris, 9 avril 1881.

Messieurs les propriétaires et locataires de la ville de Paris et du département de la Seine,

J'ai l'honneur de venir vous informer que la Société anonyme *La Force et la Lumière*, dont je suis président du Conseil d'administration, recevra à partir du 1er mai prochain, dans ses bureaux, 5, avenue de l'Opéra, les inscriptions de demandes d'abonnements pour la fourniture de la force motrice et de l'éclairage à domicile pour tout le département de la Seine aux prix et conditions suivantes :

Force motrice. — Un franc par heure et par chaque cheval de force, pour toute force d'un cheval et plus : 2 centimes par heure et par kilogrammètre, pour toute force inférieure à 50 kilogrammètres, sans que la redevance puisse être de moins de 1 franc par jour de dix heures de travail.

Ces prix comportent tous les frais d'installation, y compris la location de la machine motrice, dont le graissage et le bon entretien seuls resteront à la charge du preneur.

Lumière. — Prix comprenant la fourniture des charbons et l'électricité. Lampes de 5 becs Carcels : 5 centimes par heure et par lampe. (Or le prix actuel d'un bec de gaz faisant un bec Carcel est de 4 2/10 de centime par heure, 0,30 × 140 litres).

Digitized by Google

Lampes de 10 becs Carcels : 7 centimes 1/2 par heure et par lampe; 20 becs Carcels, 10 centimes par heure et par lampe ; 50 becs Carcels, 20 centimes par heure et par lampe; 100 becs Carcels, 30 centimes par heure et par lampe.

La Société sera en mesure de satisfaire à toutes les demandes qui lui seront faites pour le 1er janvier 1883, au plus tard, mais elle pourra commencer ses fournitures dès le mois de septembre prochain, et les premiers inscrits seront les premiers servis.

Il ne sera pas consenti d'abonnement pour moins de 2 ans.

Tout abonnement pris pour dix années fixes, soit pour la force, soit pour la lumière, soit les deux réunies, jouira d'un escompte qui variera dans les proportions suivantes :

Tout abonnement de 1 fr. jusqu'à 1000 fr., 5 pour 100; de 1000 fr. jusqu'à 5000 fr., 10 pour 100; de 5 000 fr. jusqu'à 50 000 fr., 15 pour 100; de 50 000 fr. jusqu'à 100 000 fr., 20 pour 100; de 100 000 et plus, 25 pour 100.

S. Philippart.

Ces chiffres nous paraissent singulièrement exagérés; nous aurons bientôt l'occasion de les discuter et d'en faire ressortir les invraisemblances.

—

L'Imprimerie Générale A. Lahure s'est rendue adjudicataire du Catalogue officiel de l'Exposition internationale d'Électricité.

Toutes les communications relatives à ce catalogue devront parvenir à l'éditeur avant le 5 juin.

BOITE AUX LETTRES

M. L. G., Paris. — Votre note a trop de développement pour que nous la publiions *in extenso*, mais nous en donnerons un extrait dans un de nos prochains numéros.

M. B. S., à Lyon. — La brochure est, croyons-nous, épuisée, mais vous trouverez tous les renseignements sur ce sujet dans les ouvrages de M. le comte du Moncel.

M. J. B., à Falaise. — Votre allumoir est très ingénieux, mais il faut quatre fils pour relier le manipulateur, la pile, la lampe et la bobine. L'avantage des allumoirs à spirale de platine réside surtout dans leur simplicité.

M. A. R., Paris. — Le système que vous nous exposez ressemble fort à un mouvement perpétuel électrique. Méfiez-vous des publications qui mettent en doute le principe de la conservation de l'énergie et la théorie mécanique de la chaleur.

M. R. P., à Gien. — L'appareil sera décrit, avec de nombreuses figures, dans notre prochain numéro.

Le gérant : G. MASSON

2835. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

SUR LA RADIOPHONIE

REPRODUCTION THERMOPHONIQUE DU CHANT ET DE LA PAROLE

Dans une série de notes publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* les 6 et 13 décembre 1880, 21 et 28 février 1881[1], j'ai étudié l'action de radiations intermittentes sur les corps et en particulier sur une masse d'air enfermée dans une enveloppe diathermane.

J'ai montré : que l'air vibrait en ce cas comme dans un tuyau sonore et par un mécanisme analogue ; que ces vibrations étaient dues à des alternatives rapides d'échauffement et de refroidissement de la masse sous l'action de l'énergie *thermique* des radiations concentrée principalement dans les rayons rouges et infrarouges de leur spectre, et j'ai été conduit ainsi à prendre comme récepteur radiophonique très sensible un simple tube de verre renfermant une lame quelconque, en mica par exemple, recouverte de noir de fumée qui augmente considérablement l'effet produit. J'ai donné à cet appareil le nom de *Thermophone* rappelant l'origine des phénomènes qu'il permet d'observer ; on en voit deux représentés en *t* dans les figures (2) et (3) ci-après.

J'avais pu déjà avec cet appareil reproduire une série *continue* de sons et d'accords musicaux depuis les plus graves que l'oreille puisse entendre jusqu'à une limite qui correspond dans les expériences déjà faites à des sons de 2000 vibrations doubles par seconde.

Il en résultait qu'un thermophone est susceptible de reproduire des sons *simultanés* quelconques. Il y avait lieu de penser qu'il serait sans doute susceptible de reproduire aussi les sons de la voix humaine, et peut-être les effets complexes qui constituent la parole articulée.

C'est en effet ce qui arrive quand on se place dans des conditions favorables, ainsi qu'on va le voir dans ce qui suit[2].

[1] Voir aussi le *Journal de Physique* de février et avril, 1881.

[2] Pendant que j'essayais de résoudre cet intéressant problème à Paris, MM. G. Bell et Tainter faisaient la même tentative en Amérique, à Washington, à mon insu, et en trouvaient la solution quelques jours avant moi. Le mémoire de M. Bell est

Digitized by Google

Lorsqu'à l'aide d'un thermophone employé comme *récepteur* on veut essayer de reproduire non plus des sons ou des accords musicaux, mais bien le chant et la parole articulée, la forme de l'appareil qui produit les intermittences des radiations doit changer.

Il ne s'agit plus en effet alors d'interrompre un rayon suivant une loi périodique et régulière, par exemple en lui faisant traverser les ouvertures d'une roue tournant rapidement (voy. le tome Ier de ce journal, page 6). Il faut faire varier l'intensité du faisceau radiant suivant une loi très complexe comme l'est la forme de l'onde aérienne produite par la voix articulée.

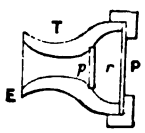


Fig. 1.

On y parvient, comme l'a indiqué M. G. Bell dans le photophone à sélénium, en faisant réfléchir le faisceau radiant sur un miroir plan très mince déformé par la voix d'un observateur parlant derrière lui. On peut disposer cet appareil, qu'on peut nommer *transmetteur*, de la manière suivante (fig. 1) :

T est une sorte de cornet acoustique en bois ou en laiton. L'une des embouchures E sert à parler; on y applique la bouche; l'autre est fermée d'abord par une lame de verre argenté P d'un dixième à un vingtième de millimètre d'épaisseur, puis par une membrane très mince *p* en mica ou en caoutchouc que j'ai ajoutée au récepteur primitif du photophone. Entre les deux se trouve ainsi une sorte de petit réservoir d'air *r*. Cette disposition très simple permet : de placer à l'intérieur la face argentée de la lame P, ce qui assure sa conservation; de régulariser les vibrations produites par la voix, et d'éviter la rupture de la lame P sous l'influence des mouvements brusques qui résultent quelque fois de l'articulation de quelques consonnes.

Ce récepteur est porté sur un pied en laiton très lourd muni d'une articulation à genou et d'une glissière verticale, de façon à pouvoir aisément donner à la lame P une direction quelconque.

Le faisceau radiant est projeté sur ce récepteur et réfléchi par

parvenu à l'Académie des sciences en même temps que la note où je décrivais mes appareils et mes résultats, et les deux travaux ont été présentés simultanément à l'Académie, dans la séance du 9 mai 1881.

Digitized by Google

lui dans une direction convenable; comme la lame mince P ne peut pas être plane et que son encastrement la déforme toujours un peu, le faisceau réfléchi est, de ce fait, étalé en forme de cône irrégulier. Quand on parle en E ce faisceau varie à chaque instant de grandeur et d'intensité, ainsi qu'il est facile de le constater en le recevant sur un écran à quelques mètres de distance; ces variations correspondent aux déformations de la lame P produites par la voix.

Avant de recevoir le faisceau sur le thermophone qui sert de récepteur, il est nécessaire de le concentrer. On se sert, à cet effet, soit d'une grande lentille achromatique, soit d'un miroir sphérique ou parabolique, au foyer desquels on place le thermophone.

Voici du reste les dispositions pratiques qu'on peut donner à l'appareil suivant les cas :

1. — Emploi du soleil comme source de radiations.

En ce cas la grande difficulté inhérente à ce genre d'expériences disparaît en grande partie. Cette difficulté consiste en effet en ce qu'il ne faut pas entendre directement la voix de la personne qui chante ou parle dans le transmetteur T, d'où la nécessité d'éloigner suffisamment le transmetteur du récepteur.

Le parallélisme naturel des rayons solaires permet de les recevoir directement sur le transmetteur et diminue la difficulté, car on peut faire, suivant les besoins, réfléchir une ou deux fois le faisceau lumineux sur des miroirs plans sans altérer le parallélisme et tout en lui laissant une intensité suffisante pour produire le phénomène radiophonique.

Si l'on opère en rase campagne, l'opérateur qui parle dans le transmetteur reçoit directement les rayons solaires et les dirige constamment sur le récepteur pendant qu'il parle. Je laisse de côté ce cas-là qui offre peu d'intérêt pour le moment et j'examine le cas qui se présente quand on veut étudier les phénomènes dans un laboratoire..

En décrivant les dispositions que j'ai pu prendre dans le mien, on verra ce qu'il est possible de faire à cet égard. La figure (2) les représente.

Digitized by Google

C′ est une chambre renfermant un cabinet noir C et fermée d'un côté par une porte vitrée V, de l'autre par une porte dont le panneau est formé par une glace sans tain G et qui sépare la chambre C′ de la chambre C″. La distance entre V et G est d'environ 8 mètres.

Le transmetteur T est placé sur une terrasse en dehors de la chambre C′; il reçoit les rayons solaires par l'intermédiaire d'un héliostat H. Sa lame vibrante est circulaire, et elle peut avoir de 50 à 100 millimètres de diamètre. M. Duboscq, qui construit mes appareils de radiophonie, m'en a fait une de 105 millimètres de diamètre qui fonctionne bien, mais un diamètre de 50 millimètres suffit.

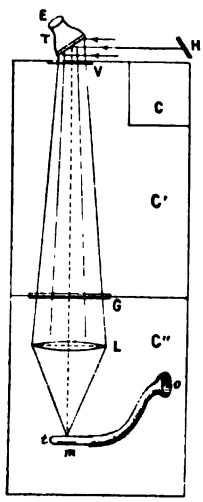


Fig. 2.

Le faisceau solaire réfléchi traverse la chambre C′, la glace G, et vient tomber en partie sur une lentille L achromatique de 16 centimètres environ de diamètre, ou sur un miroir en verre argenté du plus grand diamètre possible, afin de recueillir, si l'on peut, tout le faisceau réfléchi dont les dimensions sont d'autant plus grandes qu'on est plus éloigné.

Au foyer de la lentille ou du miroir on place le thermophone récepteur. Après avoir essayé toutes les formes de récepteurs thermophoniques que j'ai décrites dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* en décembre 1880 et février 1881 et dans le *Journal de physique*, tome X, février et avril 1881, je me suis arrêté à celle qui donne, toutes choses égales d'ailleurs, la plus grande intensité aux sons reproduits. C'est un petit tube de verre *t* de 60 à 70 millimètres de longueur, de 8 à 10 millimètres de diamètre, renfermant une mince lame de mica *m* enfumée sur ses deux faces à l'aide d'une lampe à pétrole fumeuse. Un tube en caoutchouc relie le tube *t* à un cornet acoustique *o* qu'on applique à l'oreille.

Ce termophone extrêmement simple est fixé sur un support quelconque, de façon à ce que le foyer lumineux se trouve sur la lame enfumée. On peut ainsi tenir d'une main le cornet *o*

Digitized by Google

appliqué contre une oreille et boucher l'autre avec la seconde main. On peut aussi prendre pour thermophone un tube ouvert et relier symétriquement les deux ouvertures aux deux oreilles, ce qui présente quelque avantage quand les sons produits sont assez intenses.

Dans ces conditions on peut parler à haute voix en T, la voix ne s'entend pas directement en O, à environ 15 mètres de distance. Mais si on porte à l'oreille le cornet O on observe les phénomènes suivants :

Si le ciel est pur et le soleil chaud, c'est-à-dire si après la réflexion des rayons solaires sur le miroir de l'héliostat H et sur la lame argentée du transmetteur, et leur réfraction à travers les vitres V, G, et la lentille L, on éprouve en mettant la main au foyer une impression assez vive de chaleur, on entend la reproduction complète et véritablement merveilleuses des paroles articulées en T. En faisant lire à la personne qui parle un texte qu'on ne connaît pas, on suit très bien la lecture. L'articulation est nette; le timbre est si peu altéré que l'illusion est complète; on croit entendre parler *directement* à distance. On peut considérer cela, je crois, comme une nouvelle preuve que dans le thermophone décrit, c'est l'air qui vibre et non le noir de fumée et le mica qui le supporte; une colonne gazeuse, en effet, est seule susceptible de reproduire avec une telle perfection les inflexions si variées qui constituent la voix humaine articulée. Quant au chant, le thermophone le reproduit admirablement, ce qui s'explique sans difficulté, car le phénomène est alors beaucoup plus simple.

Si le soleil est moins chaud, s'il est voilé légèrement, le chant et le timbre de la parole articulée sont toujours reproduits parfaitement, mais les articulations perdent leur netteté et la parole entendue dans le thermophone devient d'autant plus vague que la radiation solaire est moins intense. J'ai eu l'occasion d'observer plusieurs fois l'affaiblissement graduel de la netteté de ce phénomène quand le soleil est graduellement voilé par des nuages légers qu'on ne voit souvent même pas.

Il en résultera une grande difficulté pour observer ces faits et les étudier d'une manière continue dans les pays du Nord où le ciel n'est pas très pur.

Digitized by Google

Pour éviter cet inconvénient j'ai dû chercher à me servir d'autres sources que le soleil, et j'ai déjà pu obtenir les résultats suivants.

II. — Emploi de sources radiantes artificielles.

Pour pouvoir arriver à un résultat avec des sources de ce genre, j'ai commencé par laisser de côté toute considération de distance entre le point où la voix se produit et celui où elle est reproduite, sauf à y revenir plus tard, s'il est possible d'arriver à utiliser ces phénomènes pour l'établissement de communications à grande distance. Alors le problème se simplifie un peu.

On peut songer à rapprocher la source et le transmetteur du récepteur afin de mieux concentrer le faisceau réfléchi sur le thermophone. Mais il en résulte aussi la nécessité d'éloigner la personne qui parle du transmetteur, sans quoi l'on risque d'entendre directement sa voix.

Pour cela j'ai profité des propriétés des tuyaux acoustiques qui peuvent transporter à des distances assez grandes la voix avec une intensité assez grande. Je me suis assuré qu'en ajustant à l'embouchure du transmetteur un long tuyau de caoutchouc de 1 à 2 centimètres de diamètre intérieur, on pouvait, même à une distance de 10 mètres et plus, faire vibrer vivement la lame mince en verre.

Pour m'en assurer, j'ai refait l'expérience dont le dispositif est représenté dans la figure (2) de la manière suivante. Au lieu de parler directement à l'embouchure E du transmetteur, on a relié cette embouchure à un tuyau de caoutchouc aboutissant au cabinet C, après avoir traversé la porte vitrée V et la paroi du cabinet dans lequel on a pu parler à travers un tuyau de 5 à 6 mètres de longueur. L'expérience réussit très bien dans ces conditions, et elle se trouve ainsi simplifiée, car il suffit d'avoir à l'extérieur de la chambre C′ un support où placer le transmetteur et l'héliostat.

J'ai pu alors essayer l'emploi de la lumière électrique.

La figure (3) indique la première disposition qui m'a donné de bons résultats. Les lettres communes aux figures (2) et (3) représentent les mêmes objets. On voit de plus sur la figure (3) la source

Digitized by Google

électrique S émettant des rayons que la lentille *l* rend parallèles. Le transmetteur est relié au cornet B dans lequel on parle par un long tuyau de caoutchouc A. La distance entre le transmetteur et la lentille L est d'environ 1^{m},50; *l'* est une lentille de 3 centimètres environ de distance focale servant à concentrer les rayons sur une surface aussi petite que possible de la lame enfumée du thermophone *t*.

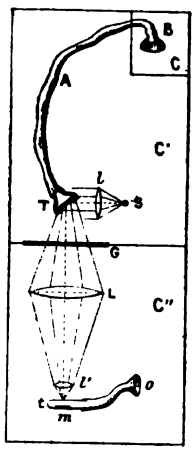


Fig. 3.

On entend alors dans celui-ci le chant avec une grande perfection; mais l'articulation de la parole est un peu vague.

En essayant de changer les distances relatives des éléments de l'appareil, j'ai remarqué qu'on perdait plus à les rapprocher qu'à les éloigner. Un faisceau de rayons électriques concentré de façon à brûler la main au foyer d'une lentille ou d'un miroir donne des résultats plus que médiocres. Il y a là une limite qu'il ne faut pas dépasser.

On peut s'en rendre compte en remarquant que l'effet est produit en somme par les variations d'intensité du faisceau, et qu'il dépend du rapport de ces variations à l'intensité en quelque sorte *statique* du faisceau; si celle-ci est trop grande, il se peut que le rapport soit trop petit pour que les effets correspondants aient une netteté suffisante. On conçoit donc qu'on puisse obtenir de meilleurs résultats pour une même variation d'intensité en valeur absolue, quand l'intensité elle-même est faible que lorsqu'elle est plus grande.

C'est ce que l'expérience m'a nettement indiqué, si bien que j'ai pu transporter la source S et le transmetteur T dans le cabinet C (fig. 3) et, à travers une porte vitrée qui ferme ce cabinet, envoyer le faisceau réfléchi sur la lentille L à travers la glace sans tain G à la distance indiquée par les figures (2) et (3), c'est-à-dire à environ 10 mètres du transmetteur. La reproduction des articulations de la parole est devenue meilleure.

Les observations que je donne ainsi avec détails pour éviter aux personnes qui voudraient répéter ces expériences les tâton-

Digitized by Google

nements auxquels j'ai dû me livrer d'abord, je les ai refaites en substituant à la lumière électrique la lumière oxhydrique produite à la manière ordinaire.

En plaçant la lentille de concentration à 6 mètres environ du transmetteur, on obtient les mêmes résultats qu'avec la lumière électrique.

De nouveaux essais non encore terminés me permettent d'espérer de les obtenir avec des sources encore plus faibles.

E. Mercadier.

LABOURAGE PAR L'ÉLECTRICITÉ

Nous avons visité récemment la sucrerie de Sermaize où nous conduisait le désir de voir fonctionner les machines à labourer de M. Félix. Quoique ce sujet ait été souvent traité dans les journaux d'électricité, nous y revenons pour donner l'impression d'un visiteur effectif.

Nous quittons l'usine et nous marchons, sous la conduite de M. Félix, vers le champ labouré. Nous suivons d'abord une ligne télégraphique, c'est-à-dire des poteaux portant des isolateurs et deux fils, d'un aspect entièrement semblable à celui d'une ligne ordinaire. Elle s'arrête au bout du champ auquel nous arrivons.

Nous voici auprès d'une lourde machine (3800 kilogrammes) montée sur quatre roues et que nous appellerons le *treuil*. A l'autre bout du champ, droit en face, je vois un second *treuil* semblable au premier, et, entre deux, la charrue qui marche vers nous tirée par un câble d'acier (corde de fils d'acier d'un diamètre total de 10 millimètres) que nous voyons s'enrouler sur le treuil.

Cette machine composée, que nous sommes convenus d'appeler le *treuil*, a en effet comme pièce principale un treuil, un grand tambour sur lequel s'enroulent 400 mètres de câble répondant au labourage d'un champ de pareille longueur. Ce tambour a naturellement un mouvement lent, et pour le commander par des machines électriques qui tournent rapidement, comme on sait, M. Félix a disposé une série d'engrenages. Le

Digitized by Google

dernier engrenage, celui qui lie les machines électriques à l'axe qu'elles commandent directement, est un engrenage à frottement; la poulie montée sur l'axe de chaque machine Gramme est enveloppée de cuir qui frotte et entraîne la poulie contre laquelle elle appuie. Dans la machine qui fonctionne aujourd'hui deux machines Gramme agissent à droite et à gauche de la même poulie et ajoutent leurs effets. M. Félix m'explique que cette disposition si séduisante va être abandonnée. Il est à peu près impossible, comme on le comprend, de faire tourner les deux machines que j'ai sous les yeux rigoureusement à la même vitesse, dès lors il se produit des glissements qu'il faudrait éviter. Par la suite, il aura une machine unique de force double.

La charrue est arrivée près de nous; j'assiste à la manœuvre des commutateurs qui sont montés, comme de raison, sur le véhicule, le *treuil*; on les tourne, le circuit est rompu, les machines électriques cessent d'être motrices et l'arrêt est immédiat.

On fait un mouvement de levier qui déplace la commande; elle n'est plus liée au tambour, mais elle attaque d'autres engrenages qui commandent les roues postérieures du véhicule. Cette liaison mécanique établie, on referme le circuit; les machines Gramme se remettent en mouvement, et le *treuil* tout entier avance lentement. Le terrain est humide et la terre détrempée, parce qu'il a plu dans la nuit, les roues patinent donc un peu; on monte sur l'une d'elles une sorte de grande dent de forte tôle de fer qui pénètre dans la terre, donne un point d'appui sûr et fait avancer. Le *treuil* a avancé de la largeur des sillons qui viennent d'être faits (trois au départ, trois au retour); on l'arrête; on dégage absolument le tambour afin de n'opposer aucune résistance au déroulement du câble. On tourne alors à nouveau les commutateurs et on envoie le courant qui vient de l'usine, non plus dans ces machines que nous avons vues tourner, mais dans celles qui sont au second treuil à l'autre bout du champ. Il s'anime aussitôt; la charrue part, s'éloignant de nous.

Avant de quitter le *treuil*, disons que les machines Gramme sont du modèle spécialement construit par l'inventeur pour le transport de la force, modèle à quatre pôles agissant sur l'anneau.

Digitized by Google

La charrue marche à une vitesse de pas d'homme; elle est à trois socs simultanés, qui font des sillons de 25 centimètres de profondeur. On arrive avec ces engins à labourer entre 30 et 40 ares à l'heure. Pour parler plus exactement, il faut dire que la charrue a six socs, trois d'un côté, trois de l'autre; quand on arrive au bout du champ on fait basculer la charrue, on élève en l'air les trois socs qui viennent de travailler et on met en prise les trois autres dont la pointe est tournée à l'inverse. Ces charrues (de Fowler) sont d'ailleurs celles qu'on emploie dans le labourage à la vapeur.

Les fils qui vont de l'usine au champ ont une section de 10 millimètres carrés; leur longueur totale est de 1000 mètres jusqu'au premier treuil (deux fils de 500 mètres) et de 1600 mètres jusqu'au second. Les fils sur les poteaux sont de cuivre nu; on n'emploie les fils recouverts que pour lier les lignes aux appareils, parce qu'ils traînent souvent sur le sol ou sur la machine.

Nous rentrons à l'usine et nous voyons deux machines identiques à celles qui sont sur les treuils et que commande un moteur à vapeur de 25 chevaux.

Les machines Gramme des *treuils* donnent chacune six chevaux, soit 12 chevaux pour le *treuil*; les machines de l'usine absorbent à peu près le double, soit les 25 chevaux du moteur. Le rendement est un demi à peu près; et la vitesse des récepteurs est à peu près les trois quarts de celle des machines sources d'électricité.

Il est extrêmement intéressant de suivre de l'usine, sur un galvanomètre (dit sans fils), toutes les phases ou les accidents du travail qui se fait au champ. Nous voilà en travail normal avec une déviation de 15 degrés de l'aiguille. Puis nous voyons l'aiguille tomber au zéro, il paraît que la charrue est arrivée au bout du champ. Quelques minutes plus tard, l'aiguille s'incline de nouveau, mais seulement à 12 degrés; c'est le treuil le plus éloigné qui travaille; la première fois c'était l'autre, le circuit était plus court, l'intensité plus grande.

Pour ce travail considérable il faut : au champ, trois hommes, un à chaque treuil, un à la charrue pour le diriger; à l'usine, un homme pour conduire le moteur à vapeur : quatre en tout.

Une chose m'a frappé pendant que j'assistais à ces expériences

Digitized by Google

si intéressantes; c'est l'indifférence absolue des gens du pays; il est clair que pour eux le labourage par les machines électriques est chose aussi simple que le labourage par les bœufs; ils passaient sur la route sans se retourner.

Avant de quitter le labourage à l'électricité, demandons-nous quel est l'avenir de ces machines et de cette application. De même qu'on a tort de rêver la suppression du gaz et son remplacement général par la lumière électrique, de même on aurait tort de croire à une application générale des machines électriques au labourage. Il faut employer les procédés industriels, et particulièrement les procédés nouveaux dans les circonstances qui leur sont favorables; si on a au milieu d'une grande exploitation agricole une force hydraulique, n'est-il pas à propos de s'en servir pour les besoins de l'agriculture? Des expériences assez tristes ont montré qu'on ne peut pas créer une ville industrielle par l'offre de la force motrice à bon marché; l'industrie obéit à d'autres considérations plus importantes encore. Mais autour d'une chute d'eau on peut toujours labourer, et si le procédé employé permet de travailler à une grande distance de la force motrice, on voit que par tous pays de grandes étendues de terrain peuvent être ainsi économiquement cultivées.

A part les forces naturelles, il y a d'ailleurs dans les pays civilisés un grand nombre de forces artificielles qui ne sont pas utilisées d'une manière continuelle et qui pourraient être distraites pour servir aux travaux agricoles dans beaucoup de circonstances. Tel est le cas des sucreries. La campagne sucrière ne dure, comme on sait, que quatre mois de l'année; pendant le reste du temps les machines à vapeur sont disponibles, et si on peut leur faire faire un travail utile, on fait une excellente spéculation. M. Félix donne l'exemple dans sa sucrerie de Sermaize, non seulement il laboure, mais encore il bat son grain; une grande batteuse est amenée au milieu de la grange; une voiture portant une machine Gramme est fixée devant elle; les fils sont tout posés, c'est-à-dire qu'ils arrivent fixés d'une manière invariable aux murs de la grange; quand on veut battre on n'a qu'à mettre des fils volants du mur à la machine électrique. Il va sans dire qu'il ne pourrait pas être question d'introduire une locomobile à vapeur dans une grange, et c'est un avantage accessoire

Digitized by Google

de l'emploi de l'électricité à ce travail particulier, que la facilité qu'on a de travailler à l'abri.

Pendant l'hiver, M. Félix ne délaisse pas l'électricité ; d'abord il éclaire ses cours et le quai du canal de la Marne au Rhin, par lequel lui arrive une grande quantité de betteraves ; il fait plus encore ; il fait mouvoir un système de treuils placé au bord du canal et servant au déchargement des betteraves ; on en a ainsi mis dans les wagons qui les portent dans l'intérieur de l'usine, 10 à 12 millions de kilogrammes suivant les années. On évalue à 0fr,20 par tonne l'économie faite au moyen de ce treuil électrique, par rapport aux procédés rudimentaires qu'on employait autrefois, soit 2400 fr. d'économie annuelle.

Si les circonstances avaient fait que M. Félix dirigeât une sucrerie moins éloignée de Paris, si les personnes qui conduisent l'opinion avaient été en grand nombre voir de leurs yeux les applications variées qu'il fait de l'électricité, les choses n'en seraient pas où elles en sont. Nous serions plus avancés.

Nous ne pouvons pas terminer sans louer les dispositions ingénieuses que M. Félix a imaginées et réalisées dans tout l'ensemble des dispositions que nous avons vues et spécialement dans les treuils laboureurs. Nous croyons que le transport de la force, quand il sera réalisé d'une manière générale et courante, lui devra beaucoup.

Alf. Niaudet.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A LONDRES

Les expériences d'éclairage électrique commencées à Londres le 31 mai dernier et qui doivent durer une année consécutive, pour que la comparaison soit complète, sont les plus importantes et les plus intéressantes que nous ayons vues jusqu'ici. Une partie de la Cité est éclairée à la lumière électrique par les systèmes Brush et Siemens qui illuminent chacun un district, et le troisième district, dévolu d'abord au système Jablochkoff, puis au système Lontin, doit être éclairé à partir du 1er juin, à moins de nouveaux retards très probables.

Quoi qu'il en soit pour ce district, l'éclairage des deux autres

Digitized by Google

fonctionne régulièrement depuis la date de l'inauguration, et nous allons rapidement passer en revue les particularités de ces systèmes en commençant par le plus connu et le plus ancien, du moins en France et en Angleterre.

LE SYSTÈME SIEMENS.

Le district éclairé par le système Siemens comprend deux sortes de foyers ; six foyers puissants et 28 foyers plus petits. Les six grands foyers sont alimentés par des courants continus ; les charbons peuvent brûler 18 heures de suite sans être renouvelés, ce qui suffit pour les plus longues nuits d'éclairage. Les lampes, suspendues à de longs mâts en fer de 25 mètres de hauteur, sont munies de réflecteurs qui renvoient la lumière sur le sol. Elles sont placées aux carrefours, aux points où la surface à éclairer est la plus grande. Après les premières expériences, on reconnut que les foyers placés au haut des mâts éclairaient surtout le toit des maisons, au préjudice de la lumière versée sur le sol, et l'on s'est décidé à les descendre ; aujourd'hui leur hauteur varie entre treize et quinze mètres. Chacune de ces lampes produit une lumière dont la puissance varie entre 300 et 600 becs carcel, suivant le point où s'effectue la mesure, car on sait que la zone de lumière maxima fournie par un foyer électrique à courant continu se trouve sur la surface conique tracée par une ligne droite passant par le point lumineux, formant un angle de 60 degrés environ avec l'axe des charbons et tournant autour de cet axe.

Les vingt-huit petits foyers sont alimentés par deux machines Siemens à courants alternatifs, et placés en bordure sur les trottoirs à une hauteur d'environ 6 mètres. Leur puissance varie, autant qu'on peut l'apprécier à l'œil, entre vingt-cinq et trente-cinq carcels, et la lumière est tamisée par des globes opales qui en absorbent une partie importante.

Les six foyers à courant continu sont alimentés par un nombre égal de machines dynamo-électriques Siemens.

Chaque machine alimente séparément une lampe avec fil d'aller et fil de retour ; les grosseurs de ces fils sont proportionnelles aux distances respectives des foyers pour égaliser leur

Digitized by Google

puissance. Les inducteurs de ces machines ne sont pas dans le même circuit que la lampe, mais une excitatrice séparée entretient le magnétisme des six inducteurs à la fois disposés en tension.

Les vingt-huit petits foyers sont alimentés par deux machines Siemens à courants alternatifs, chacune fournissant deux séries de lampes de sept en tension.

Une machine Siemens à courant continu, petit modèle, excite les inducteurs de ces deux machines à courants alternatifs.

Les lampes sont disposées en circuit d'une façon toute spéciale. Deux lampes consécutives n'appartiennent jamais au même groupe. Il en résulte qu'en cas d'accident dans une série de lampes, il ne s'éteint qu'une lampe sur deux, et toute la rue ne se trouve pas plongée dans une profonde obscurité, ce qui arriverait fatalement si toutes les lampes appartenaient à la même série. Bien que cette disposition entraîne à une dépense de conducteurs très importante, elle présente néanmoins de grands avantages pratiques.

La force motrice est fournie, en marche normale, par deux machines demi-fixes qui mettent en mouvement chacune trois machines à courant continu et une alternative. Une troisième machine de réserve de même puissance placée entre les deux est toujours en pression pour parer à toute éventualité dans le cas où l'une des courroies viendrait à tomber, ou s'il survenait tout autre accident. Grâce à toutes ces précautions, l'ensemble du système fonctionne d'une façon très satisfaisante et l'on n'a signalé jusqu'ici que peu d'extinctions partielles.

L'expérience des foyers puissants était particulièrement intéressante, mais le résultat n'est pas, à notre avis, aussi satisfaisant qu'il aurait pu l'être dans des conditions plus favorables à ce mode particulier d'éclairage. Les foyers intenses placés très haut conviennent plus spécialement lorsqu'il s'agit d'éclairer de larges espaces découverts, et lorsque les maisons voisines peuvent réfléchir la lumière sur la voie et égaliser ainsi la lumière reçue en chaque point du sol. Ces conditions sont loin d'être remplies à Londres où les maisons sont noires et fumeuses, les rues latérales étroites et tortueuses, et ne profitent pas du tout de la lumière émise par ces puissants foyers. Bien qu'on ait choisi avec soin,

Digitized by Google

pour y installer les mâts, les carrefours les plus larges et les points où la lumière pouvait être le mieux utilisée, l'expérience de Londres ne suffit pas pour porter un jugement définitif sur l'emploi des foyers puissants à grande hauteur : elle devra être recommencée dans des conditions plus favorables.

LE SYSTÈME BRUSH.

L'installation du système Brush est peut-être plus intéressante encore, à certain point de vue, que celle du système Siemens, en ce sens qu'elle constitue un véritable tour de force conçu et exécuté avec une audace sans précédent dans les annales de l'éclairage électrique. Le district éclairé par le système Brush l'est actuellement par une seule machine dynamo-électrique alimentant *trente-quatre* foyers disposés en tension sur un même circuit, dont trente-deux éclairent la Cité et deux servent à l'éclairage des ateliers où sont installées les machines.

Lorsqu'on visite successivement les deux usines centrales des systèmes Brush et Siemens, on est tout de suite frappé par les énormes différences qui les caractérisent. La machine Brush qui éclaire la Cité est mise en mouvement directement par un moteur Brotherhood à trois cylindres, il n'y a donc pas une seule courroie en mouvement, et l'installation n'occupe que quelques mètres carrés de surface ; l'usine Siemens, au contraire, présente un ensemble compliqué de courroies de transmission qui mettent en mouvement non moins de quatorze machines électriques, en comptant les machines de réserve.

Le système Brush ne comprend, comme réserve, que deux machines de seize lumières chacune disposées en tension, marchant en circuit ouvert, et pouvant se substituer rapidement, en cas d'accident, à la machine mise hors de service, par la manœuvre d'un simple commutateur.

Dans les deux cas, on s'est préoccupé de la même question : parer aux extinctions accidentelles, et, lorsqu'elles ne peuvent être évitées, en diminuer la durée le plus possible.

Malgré toutes les précautions prises, on n'a pu cependant éviter des extinctions totales du système Brush, extinctions dues à un mauvais isolement du fil. On conçoit qu'avec les tensions élevées

Digitized by Google

qu'exige la disposition de trente-quatre foyers sur un même circuit, il est de la plus haute nécessité d'avoir des conducteurs parfaitement isolés pour éviter des fuites dont l'importance augmente avec la tension. Les premiers fils posés rapidement et sans y apporter tout le soin nécessaire n'ont pu résister à des pluies persistantes; il s'est produit des fuites et finalement l'extinction de tout le circuit. Aujourd'hui le mal est réparé et le système fonctionne régulièrement, mais, tout en reconnaissant l'intérêt qui s'attache à cette expérience, nous ne saurions approuver, dans la pratique courante, l'emploi d'un aussi grand nombre de foyers sur un même circuit. Les tensions élevées constituent une source permanente de danger; on ne peut toucher à la machine, aux foyers et aux conducteurs qu'avec des précautions infinies, enfin la solidarité des foyers multiplie l'importance des accidents en plongeant toute une rue dans l'obscurité.

Il faut reconnaître cependant que l'économie de conducteurs réalisée dans la disposition adoptée par la compagnie Brush est un facteur fort important et de nature à justifier cette audacieuse tentative. Le développement du circuit a plus de 6 kilomètres, et, en divisant l'éclairage en séries, la longueur du fil aurait atteint plus de 20 kilomètres.

La machine motrice dépense environ 30 chevaux pour les 34 lampes.

Les lampes sont à double charbon, et peuvent durer seize heures, soit huit heures pour chaque charbon.

Le passage d'un charbon à l'autre se fait automatiquement par la lampe elle-même, et en cas d'accident dans l'une des lampes, un ingénieux *cut-off* place la lampe hors du circuit, en établissant une communication directe entre le fil d'entrée et le fil de sortie du courant. La lampe reste ainsi éteinte sans provoquer l'extinction de toutes les autres. L'extinction n'est totale qu'en cas d'accident dans la ligne où dans la machine.

Nous décrirons prochainement en détail toutes ces dispositions que nous ne faisons que signaler ici.

La puissance des foyers Brush est intermédiaire entre celle des grands et des petits foyers Siemens, de 60 à 80 carcels environ. La lumière, tamisée par des globes opales, est blanche, très fixe et très agréable, sans présenter les quelques petites irrégula-

Digitized by Google

rités particulières aux lampes à courants alternatifs du système Siemens. L'effet nous a paru tout à fait satisfaisant.

Comment la lumière se comportera-t-elle en présence des brouillards de la Tamise; comment résisteront les mécanismes des lampes soumises pendant toute une année aux intempéries des saisons; quel sera le prix du revient réel de tel ou tel système? telles sont les principales questions que le temps seul permettra de résoudre. Il faudra voir aussi si la circulation de courants aussi intenses, et surtout celle des courants alternatifs, n'amène pas de troubles trop profonds dans les communications télégraphiques et téléphoniques. Quoi qu'il en soit, et sans rien vouloir préjuger des résultats de cette expérience importante, elle marque un réel progrès dans les applications de l'électricité à l'éclairage des villes.

Le gaz ne doit pas s'en trouver atteint, ni alarmé, mais il doit cependant voir dans l'électricité un concurrent sérieux, digne d'entrer en lutte et de se disputer avec lui, le champ des applications. L'éclairage électrique a créé des besoins nouveaux qu'ils devront s'appliquer tous deux à satisfaire, et dont l'un et l'autre tireront à la fois profit.

A côté de l'éclairage électrique de la cité qui constitue pour ainsi dire *l'actualité électrique* à Londres, s'en trouve un très grand nombre d'autres, dont on parle moins, mais tout aussi interessants parce qu'ils représentent, les uns le passé, les autres l'avenir, c'est-à-dire encore l'inconnu.

Le plus oublié est certainement le système Jablochkoff, qui éclaire les quais de la Tamise depuis près de trois an. L'insstallation établie d'abord avec 20 foyers pour une durée de trois mois en compte aujourd'hui 60 alimentés par la même machine motrice. Les défauts particuliers à la bougie Jablochkoff s'y retrouvent tous, ni plus ni moins apparents qu'à Paris, avenue de l'Opéra, mais le progrès a marché depuis, et l'on s'occupe peu aujourd'hui de ces foyers vacillants et de teintes changeantes, oubliant que c'est cependant la bougie Jablochkoff qui a été le germe des recherches et des progrès que nous enregistrons.

Sans quitter les bougies, signalons aussi l'installation de la bougie Jamin au *Royal-Panorama*. C'est, croyons-nous, la seule

Digitized by Google

installation de ce système qui fonctionne actuellement à Londres Là encore apparaissent les défauts inhérents aux courants alternatifs en général et à la bougie Jamin en particulier. L'installation, habilement dirigée par M. Berly qui a fait rendre au système tout ce qu'il était susceptible de donner, fonctionne convenablement, sinon d'une façon parfaite, et rend à peu près les services exigés. Par sa nature même, le système est *ingrat*, et par suite le succès difficile.

Les systèmes à arc voltaïque sont nombreux ; les plus nouveaux sont ceux de M. Crompton, régulateur Serrin modifié, et ceux de M. Brockie qui éclairent actuellement la gare de Cannon-Street. Un grand nombre d'autres actuellement à l'étude feront leur apparition à l'exposition universelle de Paris.

Les systèmes à incandescence avec combustion (systèmes Reynier, Werdermann, etc.,) comptent peu de représentants en Angleterre. Le système Werdermann, qui fit quelque bruit il y a deux ans, semble s'être depuis développé à Paris où, de temps en temps, on convie le public spécial à de nouvelles expériences, mais qui n'a pas encore reçu d'application pratique d'une certaine durée actuellement existante. En Angleterre, la lampe Joel est la seule lampe à incandescence avec combustion dont il soit question pour le moment.

Enfin, les derniers systèmes dont nous ayons à dire quelques mots, pour y revenir plus tard, en détail, sont les systèmes à incandescence pure.

On sait tout le bruit qui se fit, il y a deux ans environ, à propos de la lampe à incandescence du fil de platine d'Edison et le coup que les pompeuses annonces venues d'Amérique portèrent, pour un moment, aux actions du gaz.

Depuis, la médaille a eu son revers, et une décision du Patent-Office de Washington, en date du 18 avril dernier, à propos d'une contestation survenue à propos des brevets de M. Edison et de M. Hiram-Maxim, a reconnu la priorité de l'invention de ce dernier.

En réalité, ni l'une ni l'autre de ces lampes n'a reçu d'applications et les inventeurs ont cherché chacun de leur côté à construire des lampes à incandescence de charbon qui permettent d'élever la substance incandescente à une très haute température

Digitized by Google

et par suite d'augmenter le rendement. Les premières lampes construites dépensaient trop d'énergie électrique eu égard à leur puissance lumineuse et, dans ces conditions, il aurait été peu économique de les employer. Depuis, on a fait des progrès dans les deux sens. D'une part, le rendement a été augmenté, et, d'autre part, en présence des nombreux avantages que présentent les lampes à incandescence pure, on commence à ne considérer l'économie que comme un avantage secondaire. Dans ces conditions le système se présente aujourd'hui avec des chances de succès qui lui faisaient défaut il y a deux années, et ces chances justifient les effort faits de tous côtés pour en généraliser l'application.

Il existe actuellement en Angleterre trois systèmes à l'étude ou en fonction, ce sont les systèmes Swan, Lane-Fox et Hiram-Maxim.

Nous avons eu la bonne fortune, pendant notre voyage à Londres, d'assister aux expériences préliminaires faites avec le système Maxim. Nous nous réservons de décrire en détail toutes les dispositions ingénieuses de ce système, mais nous pouvons affirmer, sans crainte d'être démenti, que jamais nous n'avons vu à Paris une lumière aussi belle, aussi fixe et aussi divisée. Une machine Maxim alimente 60 foyers qui peuvent être allumés ou éteints ensemble, séparément ou par séries, sans que l'allumage ou l'extinction d'un ou de plusieurs foyers réagisse sur la puissance d'aucun des autres, grâce au régulateur placé sur la source électrique, et qui règle le débit proportionnellement au nombre des appareils alimentés. Nous n'avons aucun élément d'appréciation du prix de revient de la lumière ainsi produite, et par suite nous ferons, jusqu'à nouvel ordre, toutes nos réserves sur ce point, mais il est certain que cette lumière nous paraît être la seule qui convienne réellement pour l'intérieur des appartements et dans tous les endroits où l'on a besoin d'une lumière fixe, douce et agréable, toujours égale à elle-même et répartie dans un grand nombre de foyers qu'on peut allumer ou éteindre à volonté. Sur ce terrain spécial, l'éclairage à incandescence avec combustion nous paraît très inférieure à l'incandescence pure parce qu'elle exige des soins et des précautions dont l'incandescence pure est exempte.

Digitized by Google

Comme on est arrivé à augmenter beaucoup la durée des charbons et que les lampes sont à très bon marché, il suffit de remplacer une des lampes lorsque le charbon est brisé, ce qui se fait très simplement; le montage de toutes les lampes en dérivation leur conserve une complète indépendance saus aucun mécanisme, et la faible intensité du courant qui les traverse n'exige pas une grande section de conducteur.

Que faut-il conclure de cette longue promenade à travers tous les systèmes d'éclairage électrique actuellement à l'étude ou en fonctionnement en Angleterre ? Chacun présente ses qualités spéciales et ses défauts particuliers. Il n'y a donc pas en réalité de système supérieur à un autre, et tous, ou presque tous, peuvent rendre des services, à la condition de les appliquer suivant les exigences du lieu à éclairer.

Si nous prenons comme exemple le cas d'un théâtre, — c'est celui où l'emploi de la lumière électrique s'impose le plus directement et de la façon la plus immédiate, — il est bien certain qu'il faudra faire appel à plusieurs systèmes pour satisfaire à toutes les exigences. Les appareils à arc voltaïque devront être bannis de la salle, tandis qu'ils seront fort utiles sur la scène : l'incandescence conviendra plus particulièrement à la rampe, aux girandoles et aux lustres de la scène, aux escaliers et aux couloirs, etc.

Plus tard, lorsque la question sera mûre, et qu'on n'hésitera plus pratiquement à construire d'immenses usines centrales destinées à l'alimentation des appareils électriques disséminés dans un rayon déterminé autour de l'usine, on pourra faire un choix entre certains systèmes et éliminer ceux qui ne se prêtent pas à ce fonctionnement spécial.

Jusque-là, tous les systèmes proposés et expérimentés ont leur raison d'être et leur place toute marquée ; on doit donc les encourager tous, et profiter de tous les enseignements que l'expérience fournira avec chacun d'eux.

E. Hospitalier.

Digitized by Google

LA PRODUCTION DU SON PAR L'ÉNERGIE RADIANTE

M. Graham Bell a poursuivi, en Amérique, avec le concours de M. Sumner Tainter, ses recherches sur la production du son par l'énergie radiante et a présenté les résultats à l'Académie nationale des arts et des sciences de New-York dans sa séance du 21 avril dernier. Les procédés employés par M. Bell sont très analogues à ceux décrits par M. Mercadier et la découverte en a été faite presque simultanément et, en tout cas, d'une façon tout à fait indépendante. Nous résumerons seulement les parties principales du mémoire de M. Bell et plus particulièrement celles dans lesquelles l'électricité joue un rôle.

En étudiant la nature des substances, M. Bell est arrivé à cette conclusion que : *Les sons les plus intenses sont produits par les substances les plus desagrégées spongieuses et poreuses, et dont la couleur est la plus sombre et la plus absorbante.*

Il s'était élevé, au cours des recherches de M. Bell, une discussion pour savoir si l'air vibrait seul, et si les plaques placées dans les récepteurs ne vibraient pas du tout. M. Bell a eu recours à l'électricité pour montrer que la plaque vibrait ; il a disposé à cet effet l'expérience suivante :

En faisant tomber le rayon intermittent sur la plaque d'un transmetteur de Blake A (fig. 1), un téléphone C, placé dans le même cir-

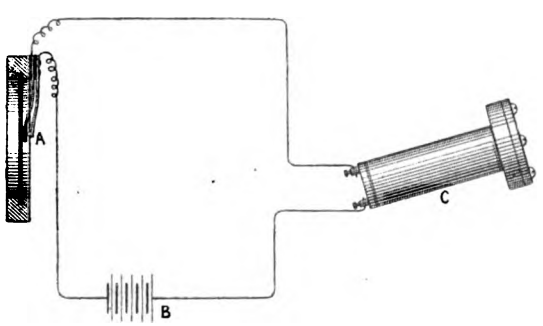


Fig. 1. — Expérience avec un transmetteur de Blake pour montrer la vibration d'une plaque sous l'action d'un rayon intermittent.

cuit qu'une pile B et le transmetteur, émet un son intense. On a soin, dans cette expérience, de supprimer les cavités vibrantes de chaque côté de la plaque. Il est donc évident, dans ces conditions, que la

Digitized by Google

plaque *vibre* sous l'action du rayon intermittent, indépendamment des dilatations et des contractions de l'air renfermé dans la cavité en arrière du diaphragme.

Les sons rendus par les *liquides* sont très difficiles à observer, tandis que les *gaz* et les vapeurs sont au contraire très sonores sous l'action d'un rayon intermittent.

Lorsque M. Bell fit sa première communication en août 1880, c'est le sélénium intercalé dans le circuit d'une pile et d'un téléphone et soumis à l'action d'un rayon intermittent qui donnait les plus puissants effets. Mais l'action du sélénium était fort inconstante et, dans l'opinion du docteur Chichester Bell (University College), de Londres, cette inconstance devait être attribuée aux impuretés du sélénium, qui contenait du soufre, du fer, du plomb et de l'arsenic, avec des traces de matière organique.

Le professeur W. G. Adams montra que le tellure, comme le sélénium, change de résistance sous l'influence de la lumière, MM. Bell et Tainter essayèrent de remplacer le sélénium par le tellure dans leur récepteur photophonique. Le récepteur ainsi construit, bien que ne donnant pas d'indication sur sa sensibilité avec un galvanomètre à réflexion, donnait des sons dans un téléphone.

M. Bell fit un alliage de sélénium et de tellure, qui, à cause des propriétés électriques extrêmes de ces deux corps, devait avoir des propriétés moyennes. Un alliage de cette nature est sensible à la lumière; M. Bell se réserve de donner plus tard des indications plus précises sur ces alliages.

En songeant aux grands mouvements moléculaires produits par l'action d'un rayon intermittent sur le noir de fumée, M. Tainter pensa qu'une variation analogue se produirait dans le courant qui le traverse et qu'on pourrait alors remplacer le sélénium par le noir de fumée dans le récepteur électrique.

L'expérience a confirmé cette idée, et la découverte est importante si l'on tient compte du prix élevé du sélénium et du tellure.

La figure représente l'élément à noir de fumée qui a donné les meilleurs résultats. On recouvre une glace d'une couche d'argent et l'on enlève la pellicule suivant une ligne en zig-zag, de façon à former deux parties parfaitement isolées ayant l'aspect de deux peignes dont les dents s'emboîtent réciproquement. Chaque peigne est attaché à une borne, de façon à pouvoir intercaler l'élément dans un circuit électrique.

On fume alors la surface, de façon à remplir de noir de fumée tout

[1] *Proc. Roy. Soc.*, vol. XXIV, p. 103.

Digitized by Google

l'intervalle compris entre les dents des deux peignes. Lorsque l'élément à noir de fumée est relié à un téléphone et à une pile, et est exposé à l'influence d'un rayon intermittent, un son musical intense est produit dans le téléphone. Ce résultat semble dû plutôt aux con-

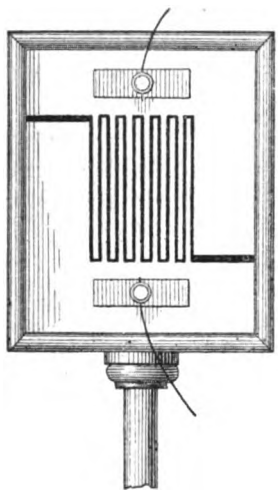


Fig 2. — Elément à noir de fumée produisant un son sous l'influence d'un rayon intermittent ou d'un courant interrompu.

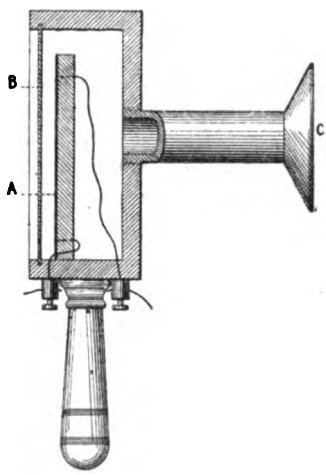


Fig. 3. — Disposition de l'appareil pour l'action simultanée d'un courant électrique interrompu et d'un courant intermittent.

ditions physiques de la substance conductrice qu'à sa nature, et un métal quelconque, à l'état spongieux, produit des effets analogues. En employant une bobine d'induction, on augmente les effets, et les éléments sensibles peuvent être employés aussi bien pour la reproduction de la parole articulée que pour les sons musicaux.

L'élément à noir de fumée reproduit lui-même des sons lorsqu'il est traversé par un courant électrique interrompu, et peut aussi être employé comme récepteur téléphonique électrique pour la reproduction des sons articulés.

La figure 3 montre la disposition d'une expérience fort intéressante basée sur ces deux propriétés. Lorsqu'un courant interrompu traverse l'élément à noir de fumée, ou lorsqu'un rayon intermittent tombe sur l'élément à travers la glace B, on peut entendre un son puissant en appliquant l'oreille contre le tube C. En faisant agir à la fois le courant électrique interrompu et le rayon intermittent, on perçoit deux sons musicaux distincts qui produisent des battements lorsque leur hauteur est à peu près la même.

En ce qui regarde la *cause* des phénomènes et pour éviter tout malentendu sur la question de savoir si la production des sons par

Digitized by Google

l'énergie radiante doit prendre le nom de photophonie, thermophonie ou actinophonie, M. Bell adopte le nom de *radiophonie* proposé par M. Mercadier. Ce nom est d'autant plus juste que la conclusion de M. Bell est la suivante :

La nature des radiations qui produisent les effets sonores dépend de la nature des substances soumises à l'action du rayon intermittent, et, dans tous les cas, les sons sont dus aux radiations du spectre absorbées par le corps.

C'est en se fondant sur cette dernière propriété que M. Bell a imaginé le *spectrophone* qui joue, par rapport à l'oreille, le rôle de spectroscope par rapport à l'œil, et lui sera en tout cas un grand auxiliaire en permettant d'étudier, grâce à son concours, la puissance d'absorption des substances jusque dans l'ultra-rouge.

SUR LA MESURE DES COURANTS DE GRANDE INTENSITÉ

Le développement des applications industrielles de l'électricité rend le besoin d'appareils de mesure de plus en plus urgent. On a combiné depuis quelques années un grand nombre d'électro-dynamomètres et de galvanomètres destinés à la mesure des courants de grande intensité tels que ceux employés pour la lumière électrique et les transmissions de force qui peuvent atteindre, dans certains cas, jusqu'à 60 et 80 webers.

Nous allons décrire aujourd'hui deux appareils disposés pour ce but spécial et qui résolvent parfaitement le problème.

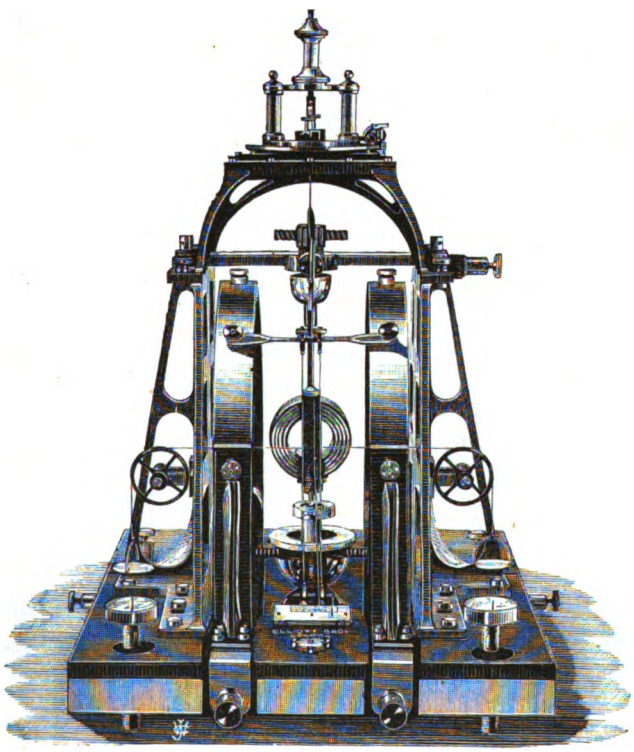
Le premier, qui est une disposition particulière de l'électro-dynamomètre de Weber, convient surtout aux études et aux recherches de laboratoire; le second, plus simple et plus portatif, est destiné aux usages industriels et aux mesures pratiques.

ÉLECTRO-DYNAMOMÈTRE DE MM. TROWBRIDGE ET HILL.

D'après Clerk-Maxwell, l'électro-dynamomètre de Weber est celui qui convient le mieux pour les mesures absolues, mais il n'est disposé que pour effectuer ces mesures sur des courants de faible intensité, à moins de *shunter* l'appareil. L'inconvénient bien connu du shunt est de multiplier les erreurs de lecture par le rapport des résistances, et par suite de ne donner que des approximations.

Digitized by Google

En 1878, M. Trowbrigde a combiné un électro-dynamomètre pour la mesure *directe* des courants de grande intensité. Notre excellent confrère de Londres, *The Electrician*, a bien voulu mettre à notre disposition deux gravures qui représentent l'électro-dynamomètre de M. Trowbridge et cet appareil modifié par M. Hill pour en rendre l'emploi plus facile et plus exact.



Électro-dynamomètre de M. Trowbridge.

Le premier appareil combiné par M. Trowbridge se compose en principe de deux grandes bobines, formées par de larges bandes de cuivre, entre lesquelles est suspendue, par une chappe de torsion, une seconde bobine plus petite de telle sorte que, grâce à des contacts à mercure, le courant tout entier traverse la petite bobine mobile et les deux bobines fixes. Un petit miroir fixé sur la bobine mobile permet de lire la déviation sur une échelle de réflexion. En pratique, on trouve cependant plus commode de ramener chaque fois au zéro à l'aide de la tête de torsion. Cet instrument donne de bons résultats. Les mesures

Digitized by Google

s'effectuent plus vite qu'avec le galvanomètre ordinaire et sans shunt.

Les modifications apportées à l'appareil par M. Hill ont trait à la manière de déterminer et d'observer les déviations produites par le courant. L'appareil construit par MM. Elliott a été présenté à la *conversazione* de la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres tenue à University College, en avril dernier, en l'honneur du professeur Helmholtz.

Les grandes bobines ont 30 centimètres de diamètre, la petite 12.

Électro-dynamomètre de MM. Trowbridge et Hill.

Elles sont formées de six tours de bandes de cuivre de quatre centimètres de largeur.

Un anneau en laiton placé à la partie supérieure maintient la bobine dans sa position.

Perpendiculairement à l'axe de la bobine mobile et à son centre se trouve un levier portant des encoches réparties de pouce en pouce sur toute sa longueur. Le courant entre dans la bobine mobile par deux coupes isolées remplies de mercure. La coupe inférieure est refroidie par une circulation d'eau.

Digitized by Google

Lorsque le courant traverse les deux bobines, la bobine mobile est fortement déviée, mais son mouvement est limité par un arrêt. Le levier porte, attachés sur l'une des encoches, deux fils de soie qui passent sur deux poulies latérales et qui supportent deux petits plateaux.

On ramène le levier au zéro en plaçant des poids dans l'un des plateaux. Dans ces conditions, on ne fait intervenir ni l'action du magnétisme terrestre ni l'effort de torsion du système de suspension.

La formule qui donne l'intensité du courant est alors très simple. Soit :

S. L'intensité du courant en webers.

w. Le poids placé dans un des plateaux pour ramener l'aiguille au zéro, en milligrammes.

l. La longueur du bras de levier, c'est-à-dire la distance du point d'attache des fils de soie au centre du système.

G. La constante des grandes bobines.

g. La constante de la petite bobine mobile.

C. La constante de l'instrument.

La théorie de l'électro-dynamomètre montre que la force de déviation est représentée par l'expression :

$$\frac{2\pi n}{r} \cdot g \cdot S^2$$

expression dans laquelle $\frac{2\pi n}{r}$ est la constante des grandes bobines, *g* la constante et la bobine déviée. Cette force agit sur un bras de levier C, et est équilibrée par le poids *w* agissant sur un bras du levier *l*. La condition d'équilibre est donc :

$$G\, g\, S^2\, C = l\, w$$

d'où l'on tire :

$$S^2 = \frac{l\, w}{C\, G\, g}.$$

Les bobines étant de grande dimension, on peut mesurer directement G et *g*; C demande une détermination spéciale : il est donc facile de déterminer l'intensité du courant en connaissant le poids *w*. Une table toute calculée qui accompagne chaque instrument facilite d'ailleurs les lectures. M. Hill propose aussi de faire une série de poids telle que tout calcul serait évité, chaque poids étant établi pour équilibrer un courant d'une intensité donnée. L'appareil convient surtout pour les courants dont l'intensité dépasse quinze webers.

Les intensités étant proportionnelles aux racines carrées des poids

Digitized by Google

placés dans l'un des plateaux, il en résulte que la sensibilité de l'instrument augmente avec la puissance des courants que l'on mesure.

L'appareil a été employé à la station des torpilles du gouvernement des États-Unis et a fourni des résultats très concordants et très exacts pour des courants dont l'intensité a varié entre 30 et 80 webers.

GALVANOMÈTRE PORTATIF ABSOLU DE MM. W. E. AYRTON ET JOHN PERRY.

Cet appareil a été présenté récemment par M. Ayrton à la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres qui a bien voulu nous montrer l'appareil et nous remettre une photographie que nous reproduisons dans la figure ci-dessous, avec un diagramme (fig. 1) représentant ses dispositions principales.

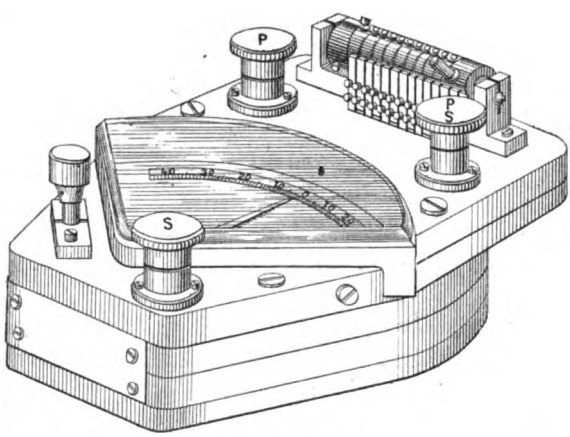


Fig. 1. — Galvanomètre portatif absolu de MM. Ayrton et John Perry.

Avant de décrire l'appareil, nous allons résumer ici rapidement les considérations qui ont amené MM. Ayrton et Perry à imaginer cette disposition spéciale, on comprendra alors bien mieux les avantages particuliers qu'elle présente.

Pour qu'un galvanomètre soit autre chose qu'un galvanoscope, il est indispensable qu'il soit d'abord calibré, c'est-à-dire que le rapport entre les divisions et les intensités soit parfaitement défini. Tantôt, comme dans le galvanomètre des sinus et celui des tangentes, ce rapport s'établit par une simple relation mathématique. D'autres fois, la graduation s'établit par comparaison avec un galvanomètre déjà étalonné, ou bien en introduisant des résistances connues dans le circui et en calculant les intensités par la formule de Ohm.

Digitized by Google

Lorsqu'on emploie un galvanomètre pour la mesure des courants électriques, il faut connaître non seulement la valeur relative des intensités produisant deux déviations données, mais encore la valeur absolue, en webers, de l'une d'elles. Le calibrage doit donc être à la fois relatif et absolu.

Avec un galvanomètre des tangentes dont on connaît les dimensions, le nombre de tours de fil, on peut faire cette détermination connaissant aussi la force directrice du magnétisme terrestre, mais dans les ateliers, le champ magnétique est tellement modifié par le fer du voisinage qu'il est impossible de connaître sa puissance en consultant les tables qui présentent cependant une grande exactitude.

La méthode ordinairement employée consiste alors à observer la déviation produite sur le galvanomètre lorsqu'une force électro-motrice connue envoie un courant à travers une résistance aussi connue. Lorsque le champ magnétique dans lequel l'instrument se trouve placé est très affecté par le fer du voisinage, la détermination de la valeur absolue de chaque déviation particulière doit être faite juste avant ou juste après chaque expérience.

Pour les courants de grande intensité, on risque de chauffer les fils et d'affaiblir par suite le courant; c'est la difficulté qu'à rencontrée M. Bréguet pour la graduation des galvanomètres de M. Marcel Deprez, et il a fallu construire à cet effet des bobines de résistances à très gros fil en argent allemand pour parer à cet inconvénient.

On a aussi construit des galvanomètres gradués exactement pour des courants faibles, que l'on shuntait pour des courants intenses, mais ce système est sujet à une grave objection. Lorsque la plus grande partie du courant intense traverse le shunt, le courant l'échauffe, change sa résistance, et produit des erreurs de mesure souvent fort importantes : aussi la méthode, quoique simple, ne saurait être recommandée en pratique.

Lorsqu'on emploie de forts aimants directeurs ou des ressorts pour compenser l'action directrice, comme dans l'électro-dynamomètre de Siemens, par exemple, il faut de temps en temps s'assurer qu'il ne s'est produit aucun changement dans la puissance de l'aimant permanent ou l'élasticité du ressort, car les aimants permanents perdent leur puissance et la température influe à la fois sur les aimants et les ressorts.

Enfin les électro-dynamomètres ne sont pas instantanés dans leurs indications et ne permettent pas d'étudier les variations de courte durée qui se produisent dans l'arc voltaïque, par exemple, lorsqu'il siffle ou chante.

On a donc besoin d'un galvanomètre à indications rapides, sans vibrations, (*dead-beat*) facile à employer avec les courants puissants,

Digitized by Google

mais qui puisse être étalonné avec un seul élément Daniell. L'appareil qui réalise ces conditions a été construit pour le *Cours d'éclairage électrique* professé par M. Ayrton au laboratoire de City and Guilds Institute : la figure 2 ci-dessous le représente en demi-grandeur. L'appareil est rendu *dead-beat* (sans vibrations) en partie par la légèreté de son aiguille et en partie par la puissance du champ magnétique dans lequel elle se meut. L'aiguille est équilibrée, l'appareil donne donc des indications exactes dans toutes les positions. L'enroulement des bobines est tel que les déviations sont proportionnelles au courant.

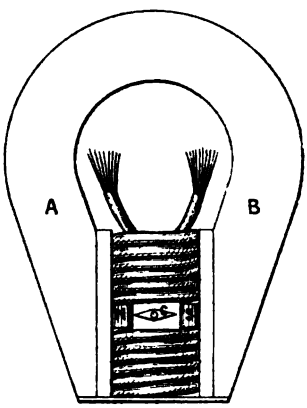


Fig. 2. — Vue en dessous du galvanomètre portatif absolu.

Il se compose (fig. 2) d'un aimant puissant AB portant deux armatures en fer doux NS entre lesquelles se trouve l'aiguille C ; la bobine est formée de deux parties DD′ placées en avant et en arrière de l'aiguille. Cette disposition rappelle le *dead-beat* galvanomètre de sir W. Thomson et celui de M. Marcel Deprez. Voici maintenant la particularité de l'instrument. Le gros fil de la bobine traversé par le courant à mesurer se compose en réalité d'un petit câble formé de dix fils isolés. Chacun d'eux ayant la même résistance, il passe des portions égales à travers chacun d'eux. Pour produire une déviation de 5°, il faut, par exemple, un courant de dix webers, mais à l'aide d'un commutateur spécial (fig. 1), les dix fils qui étaient disposés en quantité se trouvent alors en tension. Il suffira alors d'un courant dix fois plus faible pour produire une déviation de 5°. Pour connaître la valeur réelle de chaque déviation, voici comment il faut opérer. On dispose tous les fils en tension et l'on envoie dans le galvanomètre le courant d'un seul élément Grove ou Daniell, dont on connaît seulement la force électro-motrice E. On produit une certaine déviation a°. On ajoute

Digitized by Google

alors une résistance de *un ohm* au circuit à l'aide d'une clef placée sur la gauche de l'appareil, et l'on obtient une nouvelle déviation b^o. Tous calculs faits, la valeur de la résistance du galvanomètre, de la pile et des fils conducteurs est égale à :

$$\frac{b^o}{a^o - b^o}.$$

Et la déviation a^o est produite par un courant égal à :

$$\frac{E\,(a^o - b^o)}{b^o} \text{ webers}$$

lorsque les dix fils sont montés en tension; et lorsque les fils sont disposés en quantité, la déviation de a^o correspond à

$$\frac{E(a^o - b^o)}{b^o} \times 10 \text{ webers.}$$

L'appareil permet de mesurer un courant de 0 à 9 webers, lorsque les fils sont montés en tension et de 0 à 90 webers lorsqu'ils sont montés en tension.

Il ne faut pas, sous peine de brûler l'instrument, que le courant intense de la machine traverse les fils lorsqu'ils sont disposés en série. A cet effet, les bornes PP auxquelles on attache les fils de la machine ne sont dans le circuit que lorsque le commutateur dispose les fils du galvanomètre en circuit parallèle. La borne commune marquée PS et la troisième borne S ne sont dans le circuit que lorsque le commutateur est disposé en séries. Il en résulte que ni la bobine d'un ohm ni les fils du galvanomètre ne peuvent être endommagés lorsque le commutateur est placé dans une fausse position.

LA MACHINE DYNAMO-ÉLECTRIQUE

PAR M. WERNER SIEMENS

Dans un mémoire présenté à l'Académie de Berlin en janvier 1867, j'ai appliqué la dénomination de *dynamo-électrique* à une machine d'induction dans laquelle les aimants ou électro-aimants excitateurs, jusque-là en usage dans les appareils d'induction, se trouvaient remplacés par des électro-aimants placés eux-mêmes dans le circuit induit. J'ai établi dans ce travail qu'en imprimant à une machine électro-magnétique quelconque une rotation inverse de celle que

Digitized by Google

produirait une pile intercalée dans le circuit, on provoquait forcément un accroissement successif de l'intensité du courant circulant dans l'électro-aimant. J'ai fait voir en outre que, grâce à une disposition convenable du système, le simple magnétisme rémanent du noyau pouvait suffire pour déterminer ce renforcement du courant, de telle sorte qu'une machine ayant fonctionné une première fois avait par cela même acquis la propriété permanente d'engendrer des courants dont l'intensité est fonction de la vitesse de rotation.

Bien que le principal obstacle qui jusque-là s'était opposé à la conversion économique de la force motrice en courants de très grande intensité se trouvât désormais écarté, il n'a pas fallu moins de quatorze années pour assister à la réalisation des prévisions que j'avais formulées au sujet de l'application industrielle de ces courants énergiques. L'industrie métallurgique utilise actuellement des machines dynamo-électriques qui effectuent le dépôt électrolytique de plusieurs tonnes de cuivre chimiquement pur par jour; ces mêmes machines alimentent des centaines de mille foyers lumineux et la possibilité de leur application à la transmission et à la distribution de la force motrice, notamment au transport des voyageurs et des fardeaux, apparaît comme une conquête scientifique d'une importance incalculable.

Dans la première machine dynamo-électrique de ma construction, l'organe mobile était constitué par la bobine d'induction que j'ai fait connaître en 1857 [1]. Les courants alternatifs, développés dans cette bobine par sa rotation entre les pôles évidés d'un fort électro-aimant, étaient redressés par un commutateur à ressorts frotteurs et parcouraient ensuite les fils de l'électro-aimant fixe. Mais on ne tarda pas à constater ce phénomène imprévu que l'échauffement de la bobine était bien supérieur à celui auquel on devait s'attendre, en ne tenant compte que de la résistance du circuit et de l'intensité du courant. Il était impossible d'attribuer ce phénomène exclusivement aux courants d'induction (appelés courants de Foucault) que le magnétisme de l'aimant fixe devait faire naître dans le noyau de la bobine mobile, car il persistait, sans diminution notable, lorsque le noyau était constitué par la superposition de minces lames de tôle isolées les unes des autres. Un examen approfondi de la question a montré en effet que le fer s'échauffe par suite d'un changement très rapide et brusque de sa polarité magnétique, lorsque l'aimantation approche de la limite de saturation du métal. Pour empêcher la combustion de l'enveloppe isolante des fils et pour éviter la détérioration rapide des principaux organes de la machine, il devenait indispensable de

[1] *Annales de Poggendorff*, t. CI, p. 271.

Digitized by Google

refroidir la bobine par une circulation d'eau froide, toutes les fois que la machine devait fonctionner quelque temps sans interruption. C'était là un inconvénient des plus graves qui, venant se joindre à la perte considérable résultant de la transformation d'une partie du travail moteur en chaleur, était de nature à restreindre singulièrement l'emploi de la machine dynamo-électrique.

De nombreuses tentatives furent faites en vue de la suppression de cet inconvénient.

Les machines de Gramme et de Hefner-Alteneck constituent aujourd'hui les types fondamentaux des machines employées pour la production des courants énergiques et, suivant la nature spéciale de leurs applications industrielles, on les construit sous les formes et les dimensions les plus variées. C'est ainsi qu'on utilise aux mines royales d'Oker plusieurs machines du type de Hefner-Alteneck dont chacune peut desservir jusqu'à douze bacs à précipitation consécutifs et effectuer la dissolution et la précipitation galvanique de 300 kilogrammes de cuivre métallique en 24 heures.

Quelque extraordinaires que puissent paraître les rendements et dimensions de ces nouvelles machines, il est incontestable qu'elles seront considérablement dépassées le jour où l'application de ces machines à la transmission de la force motrice se sera généralisée davantage.

Supposons qu'on place deux machines dynamo-électriques dans le même circuit et qu'on imprime à l'une d'elles une vitesse de rotation constante; la seconde fonctionnera comme machine électro-magnétique et se mettra aussitôt à tourner en sens contraire, car toute machine dynamo-électrique peut être considérée comme une machine électro-magnétique mise en mouvement en sens inverse. Le courant opposé, engendré par la seconde machine, affaiblira le courant de la première, en même temps qu'il diminuera le travail consommé pour sa mise en mouvement. Si la machine secondaire n'avait à effectuer aucun travail externe ou interne, sa vitesse irait en s'accélérant jusqu'à ce que sa force électro-motrice fasse équilibre à celle de la machine primaire. Le circuit ne serait alors parcouru par aucun courant et il n'y aurait ni consommation ni production d'aucun travail. L'établissement d'un équilibre parfait est naturellement impossible, puisque la machine secondaire est assujettie à vaincre des résistances mécaniques intérieures et que la machine primaire doit d'abord atteindre un certain degré de vitesse, variable avec son mode de construction, avant que le renforcement dynamo-électrique du courant commence à se produire. Si la machine secondaire est obligée de fournir un travail, sa vitesse s'amoindrit en même temps que sa force électro-mo-

Digitized by Google

trice, qui est fonction de cette vitesse. Le système des deux machines est par conséquent parcouru par un courant correspondant à la différence des deux forces électro-motrices opposées. La production de ce courant entraîne une consommation correspondante de force motrice; la machine secondaire, par contre, fournit le travail qui lui est imposé.

Dans cette transmission de force, l'effet utile n'est point une grandeur invariable, mais il est fonction du rapport des vitesses des deux machines et il augmente avec la valeur absolue des vitesses de rotation. Cette proposition se trouve confirmée, entre certaines limites, par les résultats des expériences qui seront décrites plus loin. Dans la pratique le rendement obtenu s'est élevé jusqu'à 60 pour 100 de la force primitive et les grandes machines soumises aux expériences (il s'agissait, il est vrai, de machines à lumière) ont pu transmettre jusqu'à 10 chevaux-vapeur mesurés au frein de Prony, avec un effet utile d'environ 50 pour 100. Dans la transmission électrique de la force on n'utilise donc que la moitié environ du travail primitif, l'autre moitié étant consommée en résistances ou convertie en chaleur.

Cette perte de force doit nécessairement varier avec le mode de construction de la machine, et s'il n'existait aucun espoir d'arriver à l'amoindrir considérablement par l'adoption de dispositifs perfectionnés, l'application des courants électriques à la transmission de la force mécanique serait assurément fort restreinte. Il importe par conséquent de rechercher toutes les causes de perte inhérentes à la construction de la machine et de résoudre ensuite le problème de leur suppression partielle ou totale. Quant aux pertes de force dues au frottement, à la résistance de l'air, aux chocs, il est inutile de s'y arrêter, puisqu'elles ne constituent qu'une minime fraction de la perte totale et qu'aucun constructeur n'ignore les moyens à employer pour les réduire au minimum.

La principale cause physique de la perte de force, celle qu'il paraît impossible d'éliminer complètement, réside dans l'échauffement des conducteurs traversés par le courant. Dans les machines qui ne sont sujettes à aucun changement brusque des polarités magnétiques, on n'observe pas d'échauffement sensible du noyau des électro-aimants. On n'a donc à s'occuper que de l'échauffement des conducteurs. Ces derniers comprennent non seulement le circuit extérieur et les fils garnissant les bobines et les électro-aimants, mais encore toutes les pièces métalliques mobiles qui, pendant la rotation, deviennent le siège de courants d'induction (courants de Foucault). D'après cela on peut résumer comme il suit les principes essentiels qu'il convient d'appliquer dans la construction des machines dynamo-électriques :

Digitized by Google

PRINCIPES DE CONSTRUCTION DES MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

1. Supprimer ou amoindrir le plus possible les résistances accessoires correspondant aux conducteurs qui ne sont point le siège de la force électro-motrice;

2. Porter au maximum la conductibilité du circuit total, même dans la portion où se développe la force électro-motrice.

3. S'opposer le plus possible à la production de courants d'induction (de Foucault) dans les pièces métalliques qui peuvent subir l'influence de bobines ou d'aimants en mouvement;

4. Utiliser de la manière la plus complète et la plus directe le magnétisme développé dans les électro-aimants;

5. Diminuer autant que possible les portions des spires du circuit induit qui sont traversées par des courants alternatifs, afin de pouvoir augmenter en proportion le nombre des bobines élémentaires et affaiblir le plus possible l'intensité de l'extra-courant qui accompagne ces alternatives.

En examinant les machines de Gramme et de de Hefner-Alteneck au point de vue de la réalisation des diverses conditions qui viennent d'être énumérées, on constate aisément que les principes en question y sont appliqués d'une manière fort incomplète. Dans aucune d'elles il n'y a induction directe du magnétisme sur le circuit mobile qui enveloppe le rayon de la bobine, mais l'induction s'effectue indirectement, grâce au magnétisme développé dans l'anneau de Gramme ou dans le cylindre en fer doux de Hefner-Alteneck sous l'influence des pôles évidés de l'électro-aimant fixe. Pour montrer combien est faible cette action inductrice directe des pôles évidés de l'électro-aimant, il suffit de remplacer le cylindre en fer doux de l'appareil de de Hefner-Alteneck par un cylindre en métal non magnétique. On arrive d'ailleurs à la même conclusion en considérant que l'action inductrice des pôles extérieurs sur le circuit mobile n'est concordante avec celle du cylindre intérieur que pour les points situés au delà du plan tangent mené parallèlement à l'axe de rotation, par la spire de l'hélice induite, tandis que tous les points situés du côté opposé de ce plan exercent une action inductrice contraire. Il résulte de là qu'on est obligé de faire intervenir un électro-aimant beaucoup plus puissant que celui qu'exigerait un mode de construction plus rationnel, et que pour obtenir ce renforcement du magnétisme, on doit consacrer, aux dépens du circuit induit, une plus grande longueur du circuit total à l'aimantation de l'électro-aimant fixe.

C'est en vue de la suppression des courants de Foucault que, dans

Digitized by Google

chacune des machines qui nous occupent, le noyau de l'anneau mobile est formé par une botte de fils de fer doux isolés ou vernis. Le circuit offert à ces courants étant ainsi réduit à la section des fils, la perte de travail par conversion en chaleur se trouve considérablement amoindrie. Par contre les pôles évidés des électro-aimants constituent pour ces mêmes courants des circuits fermés assez notables pouvant donner lieu à des pertes de travail.

J'ai déjà signalé la perte de force qui, dans l'anneau de Gramme, résulte de ce fait que les parties externes des bobines élémentaires sont seules le siège d'une force électro-motrice, tandis que les parties situées dans l'intérieur de l'anneau n'agissent que par conductibilité et s'échauffent en pure perte. Dans la machine de M. de Hefner-Alteneck, la surface extérieure du cylindre de fer doux est seule enveloppée de fils, ce qui constitue un perfectionnement important. Mais ici encore, bien que la longueur du cylindre soit généralement un multiple du diamètre, les portions de fil qui couvrent les deux bases doivent être considérées comme augmentant inutilement la résistance du circuit. Par contre l'anneau de Gramme offre l'avantage d'un enroulement plus simple, permettant d'employer un plus grand nombre de bobines élémentaires et de diminuer par conséquent l'intensité de l'extra-courant ainsi que la production des étincelles.

Indépendamment de ces diverses causes de perte qui ont toutes pour effet d'accroître la résistance du circuit et qui forcent ainsi le constructeur à exagérer les dimensions des machines destinées à fournir un travail déterminé, il en existe une autre d'une importance bien plus considérable, basée sur la réaction des courants induits circulant dans les fils conducteurs de la machine. Cette influence est double dans chacune des deux machines soumises à notre examen, car non seulement elle entraîne un déplacement des pôles magnétiques dans l'anneau de Gramme ou dans le cylindre de de Hefner-Alteneck, mais encore elle abaisse le maximum d'aimantation aussi bien dans l'électro-aimant fixe que dans l'anneau mobile, en provoquant une aimantation du fer dans le sens des courants induits, c'est-à-dire dans une direction perpendiculaire à celle du magnétisme inducteur. Ces courants induits tendent à aimanter l'anneau mobile de telle façon que le plan des pôles soit perpendiculaire au plan passant par les pôles des aimants fixes : l'action effective doit donc être la résultante de ces deux influences magnétisantes perpendiculaires l'une à l'autre. Ainsi s'explique ce fait bien connu que, pour obtenir le maximun d'effet, on se trouve obligé, lorsque la machine est en marche, de reculer les balais d'une quantité variable avec l'intensité du courant inducteur. Cette aimantation dans une direction perpendiculaire à

Digitized by Google

celle du magnétisme inducteur immobilise une partie des soi-disant éléments magnétiques du fer et provoque par conséquent un affaiblissement de l'action magnétisante de l'aimant fixe sur l'anneau. Le fait que le recul des balais collecteurs doit être d'autant plus prononcé que la vitesse de rotation est plus considérable, alors même que l'intensité du courant est maintenue invariable par l'intercalation d'une résistance supplémentaire, conduit à admettre, ou bien qu'il y a entraînement du magnétisme développé dans l'anneau mobile par les pôles de l'aimant fixe, ou bien que l'aimantation de l'anneau exige un temps appréciable et par conséquent d'autant moindre que la vitesse de rotation est plus grande.

C'est à ces mêmes causes qu'il faut rapporter ce phénomène imprévu que, dans une machine dynamo-électrique fermée sur elle-même, l'intensité du courant, après le renforcement successif qu'elle a éprouvé, devient à peu près proportionnelle à la vitesse de rotation, tandis qu'en vertu du principe dynamo-électrique seul (c'est-à-dire en négligeant l'échauffement des fils, les actions secondaires des courants induits, etc.), le courant doit subir un accroissement d'intensité illimité, pour toutes les vitesses de rotation, si l'aimantation est proportionnelle à l'intensité du courant.

On ne saurait prévoir théoriquement s'il sera possible d'apporter à la construction des machines dynamo-électriques quelque perfectionnement qui soit de nature à obvier en partie ou complètement aux inconvénients précédemment signalés. Pour compléter l'exposé de l'état actuel de la question, je me bornerai donc à la description de quelques-uns des dispositifs que j'avais adoptés comme points de départ des essais entrepris en vue de la réalisation des progrès à accomplir.

« TOPFMASCHINE » OU MACHINE-POT.

Je me proposais de construire pour des recherches chimiques des machines présentant à la fois une très faible résistance intérieure et une force électro-motrice peu considérable.

Une de ces machines d'essai (dite *Topfmaschine*) a pour organe essentiel une bobine de Siemens dont les pôles magnétiques, épanouis en surface cylindrique, sont entourés de conducteurs parallèles communiquant entre eux métalliquement par une de leurs extrémités. Lorsqu'on imprime à ces conducteurs un mouvement de rotation rapide autour de l'électro-aimant, les fils, au moment de leur passage au-dessus des surfaces polaires, sont parcourus par des courants induits de directions opposées, qu'on peut redresser au moyen d'un commutateur convenablement disposé et réunir en un courant unique d'une

Digitized by Google

intensité très considérable, en raison de la faible résistance de la machine.

La différence de potentiel des collecteurs est assez petite en vertu de la faible longueur des circuits induits. Pour les plus grandes vitesses qu'il soit possible d'atteindre en pratique, elle restait inférieure à un Daniell, valeur qui est néanmoins suffisante pour les opérations galvanoplastiques.

Une enveloppe cylindrique en fils de fer isolés permet de renforcer considérablement les champs magnétiques et partant la force électromotrice du courant. Avec ce dispositif de la machine dynamo-électrique le magnétisme exerce une action inductrice directe : quelques-uns des vices de construction précédemment signalés se trouvent ainsi écartés et la machine peut servir de point de départ aux perfectionnements ultérieurs que je me propose d'y apporter.

MACHINE UNIPOLAIRE.

Un second système, d'une construction différente, repose sur le principe de *l'induction unipolaire*. On sait que lorsqu'on fait tourner un cylindre creux autour d'un axe formé par l'un des pôles d'un barreau aimanté, il se produit dans le cylindre une série d'impulsions électriques qui se manifestent par un courant facile à recueillir au moyen de collecteurs adaptés aux deux extrémités du cylindre. Cela posé, concevons un fer à cheval de grandes dimensions, formé de tubes en fer doux de 1^{m},16 de longueur, de 16 centimètres de diamètre extérieur et de 9 centimètres de diamètre intérieur. Ce fer à cheval étant dressé verticalement avec ses extrémités libres tournées vers le haut, ses deux branches parallèles furent enveloppées, sur le tiers inférieur de leur longueur, de fils isolés de très grande section (environ 20 cent. carrés), et sur les deux tiers supérieurs, de cylindres creux en cuivre, dont les bords inférieurs étaient mis en communication par un système de frotteurs avec les extrémités supérieures des diverses spires qui elles-mêmes étaient reliées entre elles métalliquement, tandis que leurs bords supérieurs étaient munis de frotteurs isolés. Ces cylindres en cuivre, qui pouvaient être mis en rotation très rapide, furent enveloppés d'une nappe cylindrique en fer doux ayant pour but de renforcer le magnétique de l'électro-aimant, c'est-à-dire l'intensité des champs magnétiques au sein desquels s'effectuait la rotation des cylindres. Avec une machine de dimensions aussi considérables on a pu obtenir, par induction unipolaire, un courant possédant une force électro-motrice voisine de 1 Daniell et n'ayant à vaincre qu'une résistance extrêmement faible. Malgré cela l'effet utile

Digitized by Google

n'était guère satisfaisant, car le rendement de la machine n'était point en rapport avec ses dimensions, en raison du frottement considérable occasionné par les collecteurs.

J'ajouterai toutefois que mon ami G. Kirchoff m'a donné de précieuses indications en vue d'accroître la force électro-motrice par l'allongement des circuits induits. La proposition de ce savant consiste à couper les cylindres par des sections longitudinales et à les raccorder de nouveau après l'interposition d'une substance isolante. L'extrémité de chacun des barreaux isolés ainsi obtenus serait ensuite mise en communication avec une virole isolée et au moyen d'une série de frotteurs disposés circulairement, les extrémités des barreaux pourraient être reliées de manière à recueillir les forces électro-motrices concordantes. Les difficultés techniques qui, jusqu'à présent, se sont opposées à l'exécution de ce dispositif ne me paraissent point insurmontables.

Je signalerai enfin ce fait curieux que le magnétisme de ce grand électro-aimant en fer à cheval cesse d'être proportionnel à l'intensité du courant primaire, plus rapidement qu'on ne devait s'y attendre. C'est ce que prouve l'inspection du tableau suivant dans lequel la

Courant primaire en Daniells / U. S.	MACHINE UNIPOLAIRE				
	S tension aux pôles en Daniells.	U nombre des tours.	$\frac{S}{U} \times 100.$	Résistance extérieure en U. S. / mill.	Intensité du courant en Daniells / U. S.
119	0,74	760	0,0974	∞	0
113	0,73	810	0,0901	»	»
102	0,70	810	0,0864	»	»
91	0,69	825	0,0836	»	»
83	0,68	830	0,0819	»	»
74	0,68	840	0,0810	»	»
65	0,67	840	0,0798	»	»
57	0,66	850	0,0776	»	»
45	0,65	810	0,0778	»	»
0	0,10	820	0,0012	»	»
42	0,040	700	»	18	2,3
65	0,056	660	»	18	2,1
80	0,047	680	»	18	2,7
105	0,052	680	»	18	3,0
124	0,052	720	»	18	3,6
95	0,128	720	»	160	0,8

première colonne indique les intensités du courant magnétisant en unités de courant, la seconde colonne les différences de tension en

Digitized by Google

Daniells et la troisième, le nombre de tours des cylindres en cuivre. Si la proportionnalité en question existait réellement, les nombres de la quatrième colonne devraient être proportionnels à ceux de la première, ce qui n'a point lieu. La dernière colonne fait voir également que l'intensité du courant traversant le circuit, après l'intercalation d'une résistance extérieure, n'est point proportionnelle au nombre que l'on obtient en multipliant l'intensité du courant primaire par le nombre des tours et en divisant ce produit par la résistance introduite.

On ne saurait admettre que les branches de l'électro-aimant eussent atteint leur maximum d'aimantation, puisque d'après les résultats de la dixième expérience le faible magnétisme rémanent s'élevait presque au huitième de la plus forte tension observée. Il est possible toutefois que le magnétisme n'ait point été distribué uniformément à la surface des branches de l'électro-aimant et que les portions de cylindre, qui traversaient des champs magnétiques plus faibles, aient constitué des circuits fermés pour les courants induits dans des champs magnétiques d'une intensité plus grande. Le dispositif proposé par M. Kirchhoff ferait disparaître cet inconvénient.

(Extrait de l'*Elektrotechnische Zeischrift.*)

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 2 mai 1881.

Sur la force électromotrice inverse de l'arc électrique, par M. J. Jamin.

Dans la séance du 21 mars dernier, M. le Roux a fait connaître un procédé simple pour démontrer dans l'arc voltaïque l'existence d'une force électromotrice inverse. Ce procédé consiste à éteindre l'arc en ouvrant le circuit et à rétablir aussitôt après, à la main, la communication entre les deux charbons à travers un galvanomètre. On constate ainsi l'existence d'un courant, allant du pôle négatif au pôle positif, entre les pointes de charbon encore très chaudes et en sens contraire dans le galvanomètre. C'est Edlund qui, le premier, a signalé l'existence de cette force inverse; elle a été depuis démontrée par toutes

Digitized by Google

les expériences. Elle agit comme la polarisation des électrodes ; elle se développe aussitôt que l'arc s'allume, croît rapidement jusqu'à une limite fixe, et alors elle oppose, comme la polarisation des électrodes, une résistance au passage du courant ; elle équivaut environ à 10 ou 15 éléments Bunsen.

Si donc on essaye d'allumer un arc électrique au moyen d'une pile, il faut d'abord vaincre cette résistance par un nombre égal d'éléments et y en ajouter ensuite environ 25 autres pour obtenir un arc suffisant. Voilà pourquoi il faut toujours au moins 30 ou 40 éléments Bunsen pour maintenir un régulateur allumé ; mais ils ne font que le travail de 25 éléments.

C'est aussi par la même raison qu'il est si difficile d'allumer deux ou un plus grand nombre d'arcs dans un même courant continu, puisqu'il faut pour chaque arc allumé, vaincre la même force inverse. On conçoit donc que toute pile, toute machine à courant continu, tout accumulateur secondaire, comme celui de Planté ou celui de Faure, aura à lutter contre cet obstacle, devra avoir acquis une très grande tension avant de pouvoir allumer l'arc et n'en pourra allumer qu'un seul.

Les conditions sont toutes différentes avec les machines magnéto-électriques à courants alternativement contraires, comme par exemple l'auto-excitatrice de Gramme.

En effet, après qu'il a passé dans un sens et que la polarisation s'est établie, le courant normal cesse ; mais il se reproduit aussitôt dans un sens opposé, qui est le sens de celui dont M. le Roux vient de constater l'existence. Loin d'avoir à lutter contre ce courant inverse, il profite de son existence, et les deux forces électromotrices, au lieu de se retrancher, se superposent. Ainsi, pendant la durée de chaque courant partiel, il y a deux périodes distinctes. La première commence au moment où se fait l'inversion, où les deux actions s'ajoutent et où le courant total a son maximum d'intensité ; bientôt une polarisation contraire à la première s'établit, va en croissant, la détruit, et il n'y a plus que le courant normal de la machime, sans polarisation. Dans la seconde période, la force inverse se retranche du courant normal, l'intensité se réduit à une différence et décroît : c'est la période d'accumulation après laquelle la force inverse se débandera tout à coup au moment de l'inversion suivante.

Si les inversions se succédaient après de grands intervalles, la résistance au passage aurait le temps d'atteindre son maximum, et l'on serait, au moment de chaque inversion, dans le même cas qu'avec une pile; mais, dans nos machines, elles se renouvellent au moins cinq cent fois par seconde. Il y a donc au moins cinq cents émissions

Digitized by Google

de courant avec une force électromotrice égale à celle de la machine, augmentée de la force inverse créée pendant la durée de l'émission précédente. Il y a cinq cents accumulations et cinq cents émissions de coups de force qui donnent à l'arc son grand éclat.

On comprend maintenant comment il se fait qu'on puisse allumer plusieurs arcs dans le même circuit d'une machine, et pourquoi on ne peut le faire avec une pile ou avec un accumulateur : c'est que, dans le premier cas, on profite de la force inverse a chaque interruption, et que, dans le second, il faut la vaincre quand elle est permanente et qu'elle est maximum ; c'est ce qui fait l'avantage des bougies électriques et la supériorité des machines sur les piles. Il est probable que la durée nécessaire pour que la force inverse atteigne sa valeur limite est très courte, car le nombre des lampes qu'on peut allumer dans un même circuit augmente rapidement avec la vitesse. Les derniers perfectionnements apportés à la machine Gramme permettent de porter ce nombre à 15 et même à 20 lampes, ce qui fait de 60 à 80 par machine ; elles valent environ 25 carcels chacune, ce qui fait un total de 1 500 à 2 000 carcels, dépensant un peu moins de 20 chevaux.

On est d'accord pour expliquer l'existence des forces électromotrices par le phénomène de Peltier. Le courant qui passe de la pointe positive à l'arc échauffe considérablement cette pointe, puis il continue et passe de l'arc sur la pointe négative ; là il y a refroidissement ou au moins échauffement plus faible, et l'on sait que, le courant cessant, la différence de la température des soudures développe un courant contraire à celui qui la détermine. Ce serait donc uniquement cette différence de température des deux pointes qui déterminerait la force inverse : or, comme elle n'a point lieu avec des courants alternatifs, cette force ne doit point exister. »

C'est la condamnation des courants continus au profit des courants alternatifs que plaide M. Jamin dans la note qu'on vient de lire. Nous regrettons bien vivement de ne pas être du même avis que le savant membre de l'Institut, mais nous nous contenterons d'invoquer les faits à l'appui de notre opinion. Rien ne s'oppose à mettre un nombre indéfini de lampes électriques à arc voltaïque sur le circuit d'une pile, d'un accumulateur Planté ou Faure, ou d'une machine continue. Nous avons vu fonctionner à Londres, trente-quatre lampes *en tension* sur un même circuit. Il suffirait donc de mettre un nombre d'éléments suffisant de piles ou d'accumulateurs pour produire le même effet que la machine Brush à courant continu à laquelle nous faisons allusion. Aucune machine à courants alternatifs n'a encore entretenu un aussi grand nombre d'arçs sur un même circuit. Les faits sont donc con-

Digitized by Google

traires aux théories développées par M. Jamin, et les accumulations et les coups de force auxquels fait allusion M. Jamin ne sont nullement indispensables pour obtenir le résultat qui, dans l'esprit du savant professeur, est exclusif et particulier aux courants alternatifs, et la supériorité des bougies électriques, si supériorité il y a, ce dont nous doutons fortement, réside plutôt dans la simplicité du brûleur que dans ces qualités hypothétiques.

Sur le principe de la conservation de l'électricité, ou second principe de la Théorie des phénomènes électriques. Mémoire de M. G. Lippmann, présenté par M. Jamin (Extrait par l'auteur.)

« La quantité de matière et la quantité d'énergie ne sont pas les seules grandeurs qui demeurent invariables ; la quantité d'électricité jouit de la même propriété. Si l'on considère un phénomène quelconque dans son ensemble, on observe que la distribution de l'électricité peut changer, mais que la somme des quantités d'électricité libre ne varie jamais. Si la charge électrique éprouve une variation positive en certains points, elle éprouve en d'autres points, une variation négative, et la somme algébrique de toutes les variations de charge simultanées est toujours nulle. La somme des quantités d'électricité libre est donc invariable, puisque sa variation totale est toujours égale à zéro. Cette loi, que j'appelle le principe de la conservation de l'électricité, s'étend à tous les phénomènes étudiés jusqu'à présent; elle résulte d'expériences anciennes et très connues qu'il suffit de rappeler. Ainsi, dans le cas du partage d'une charge entre deux corps, on sait que la charge totale demeure la même avant et après le partage. Il en est de même dans le cas du frottement : on sait que les charges acquises par les corps frottés ont une somme algébrique nulle. Il en est de même encore dans le cas de l'électrisation par influence et de l'action des piles. J'admettrai comme un principe ce fait, qui a été vérifié pour toutes les actions électriques connues [1]. Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé de le traduire en langage analytique, afin d'en tirer des conséquences nouvelles.

Désignons par x et y deux variables indépendantes, desquelles

1. On peut encore l'énoncer sous la forme suivante : *Quels que soient les phénomènes qui se produisent entre les parties d'un système, l'attraction électrique totale exercée sur ce système par un point électrique infiniment éloigné demeure invariable.* Si l'on se servait de l'attraction exercée par un point électrique infiniment éloigné pour mesurer les quantités d'électricité, cette mesure se ferait par des pesées électriques pareilles aux pesées des chimistes, et la conservation des quantités d'électricité se vérifierait de la même manière que la conservation des quantités de matières.

Digitized by Google

dépende la quantité d'électricité que reçoit un corps : x peut être, par exemple, le potentiel qu'acquiert ce corps, et y sa capacité, ou bien une longueur, une pression, une température, etc., dont cette capacité soit une fonction. Soit dm la quantité d'électricité reçue par le corps lorsque x augmente de dx et y de dy; on peut, sans rien préjuger, poser :

$$dm = Pdx + Qdy$$

P et Q étant deux fonctions de x et de y.

» Je dis que le principe de la conservation de l'électricité s'exprime par la condition que dm soit une différentielle exacte. En effet, partageons par la pensée un système quelconque, dans lequel il se produit un phénomène électrique, en deux portions A et B. Soient a et b les variations de charge éprouvées simultanément par ces deux portions; on doit avoir, en vertu de notre principe, $a + b = o$. Dans le cas où A parcourt un cycle fermé, c'est-à-dire où son état final est identique à son état initial, on a $a = o$, et par suite $b = o$. Cette dernière équation peut s'écrire $\int dm = o$. Or on sait que, pour qu'une intégrale $\int dm$ soit nulle pour tout cycle fermé, il faut et il suffit que dm soit une différentielle exacte, ce qui se traduit par la condition connue d'intégrabilité :

$$\frac{dP}{dy} = \frac{dQ}{dx}$$

Telle est donc l'expression analytique générale du principe de la conservation de l'électricité.

Le principe de la conservation de l'énergie s'exprime également par une condition d'intégrabilité. On obtient ainsi deux équations distinctes, dont l'application simultanée à divers phénomènes connus fait prévoir l'existence et la grandeur des phénomènes nouveaux. J'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques exemples de cette application.

Séance du 9 mai 1881.

M. Émile Reynier présente une note *Sur le rendement des piles secondaires*. L'auteur tend à établir dans cette note que, en supposant que le régime de charge soit constant, que la quantité d'électricité soit la même dans les circuits de charge et de décharge; — avec cette réserve cependant que le fait, au point de vue pratique, réclame une vérification expérimentale, — et enfin que les résistances relatives de la machine, de la pile et de l'électro-moteur soient bien propor-

Digitized by Google

tionnées, la pile Faure peut donner un rendement de 80 pour 100. Nous avons déjà répondu en partie aux affirmations de M. Reynier. En admettant ces hypothèses, toutes les piles secondaires présentent le même avantage qui n'est pas particulier à la pile Faure, mais nous le répétons, rien ne justifie de pareilles hypothèses, et la théorie ne permet pas de prévoir un rendement réel qui dépasse 50 pour 100 lorsqu'on tient compte, aux taux les plus bas, de toutes les causes de perte négligées par M. Reynier. Nous ne pouvons donc considérer la note de M. Émile Reynier que comme une intéressante récréation mathématique, et que des mesures directes sauront réduire à de justes proportions. E. H.

M. Mascart informe l'Académie que, pour prendre part à une entreprise internationale d'observations simultanées sur le magnétisme terrestre et la physique du globe, M. l'amiral Cloué, ministre de la marine, organisera probablement une expédition dans les îles voisines du cap Horn. Il exprime le vœu que les missions chargées d'observer le passage de Vénus, et dont le départ aura lieu à la même époque, fassent également des observations magnétiques.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 avril 1881.

Nouvelle application de l'électricité aux accouchements.

M. le docteur Apostoli propose d'appliquer immédiatement après l'accouchement, des courants induits engendrés par une bobine à fil gros et court et d'intensité régulièrement croissante comme moyen prophylactique de la métrite ou engorgement utérin provenant d'un arrêt d'involution de l'utérus.

Le procédé a été essayé dans 32 cas observés depuis deux ans, et le docteur Apostoli a constaté que la faradisation est absolument inoffensive, qu'elle est un calmant et un sédatif, qu'elle abrège la convalescence, accélère le retour et l'exercice régulier de toutes les fonctions, préserve la femme de toutes les complications intérieures qui sont le fait de l'accouchement.

La faradisation est le vrai traitement préventif des déviations utérines, diminue l'écoulement lochial, enfin son action, comparée à celle du seigle ergoté, est manifestement plus prompte et plus énergique.

Digitized by Google

FAITS DIVERS

—

A la dernière séance de la *Society of Arts*, de Londres, M. Alexandre Siemens a donné de très intéressants détails sur les chemins de fer électriques. Nous détacherons de cette lecture un fait à la fois curieux et amusant. Le premier projet de chemin de fer électrique ne put obtenir l'autorisation en partie à cause de la résistance des habitants des rues que la ligne devait traverser. Les voyageurs auraient pu plonger des regards indiscrets dans les appartements du premier étage, et les Berlinois craignaient fort ces indiscrétions. D'autre part, l'empereur d'Allemagne craignait de voir aussi défigurer le Linden, sa promenade favorite. Le chemin de fer électrique a été plus heureux dans la banlieue où une ligne d'une lieue et demie de longueur fonctionne actuellement. Ici grand embarras de l'administration qui ne sait comment classer ce nouveau moyen de transport, et qui, après de longues et nombreuses délibérations décide de le considérer comme un *tramway à un cheval*, ce qui réduit, à cause des règlements, sa vitesse moyenne à 15 kilomètres par heure, et sa vitesse maximum à 20. Ce fait a rappelé au président de la séance, M. Bramwell, un autre fait plus curieux encore. Il existe, aux environs de Trieste, des cavernes très fréquentées par les voyageurs et les touristes. Un entrepreneur proposa, il y a quelques années, d'éclairer ces cavernes à la lumière électrique au lieu des torches employées jusqu'à ce moment. Après de longues délibérations, l'autorité fit savoir à l'entrepreneur malavisé que l'administration était bien décidée à ne pas laisser introduire dans les grottes *l'électricité et autres lumières fumeuses* (sic).

—

Une exposition d'instruments et d'appareils de physique aura lieu à York au mois d'août prochain, pendant le Congrès de l'Association Britannique pour l'avancement des sciences. Le but de cette exposition est de montrer, aussi complètement que possible, les progrès réalisés pendant ces cinquante dernières années dans la construction des appareils de recherches scientifiques.

—

Un fait bizarre, sur lequel nous n'avons que des renseignements fort incomplets, a été indiqué par M. Carl Vogt, qui a communiqué au Congrès d'Alger une découverte de M. Martin Ziegler. Il paraît qu'on peut déterminer avec un aimant des phénomènes physiologiques bien caractérisés. Il faut, pour cela, concentrer sur un organe les rayons magnétiques partant de la terre au moyen d'une lentille de fer doux. En projetant sur le cœur d'un lapin les rayons magnétiques ainsi concentrés, on change le rythme du cœur. On provoque, si on concentre les rayons sur l'intestin, des mouvements péristaltiques violents. M. Vogt ajoute qu'il a pu constater lui-même les effets de

Digitized by Google

cette expérience de M. Ziegler. Malgré cette autorité, il nous sera permis de montrer quelque scepticisme à l'égard de la concentration des rayons magnétiques par une lentille. (*Revue scientifique.*)

—

On étudie en ce moment à Londres l'installation de l'éclairage électrique dans les salles du Général Post-Office.

Deux machines Gramme grand modèle avec excitatrice séparée, alimentent chacune cinq lampes Brockie disposées en tension sur le même circuit. Il est à craindre que le clignotement particulier au système et qui se produit deux ou trois fois par minute, sans inconvénient dans une gare comme à Cannon-street où le système fonctionne régulièrement et d'une façon satisfaisante, ne soit au contraire peu apprécié dans un cas où la fixité de la lumière constitue une des plus grandes exigences du service. L'expérience seule pourra décider si les craintes que nous formulons sont plus ou moins fondées, et dans quelle mesure.

—

Tableaux indicateurs lumineux. — M. M. D. à Paris, nous écrit: J'ai fait construire chez M. Loiseau de petits tubes de Geissler que je place derrière l'écran mobile. L'indication de la chambre, le numéro est inscrit sur du papier à décalquer. Lorsqu'on forme le circuit d'une sonnerie, le guichet correspondant apparaît éclairé. La tige qui porte l'écran en se déplaçant vient toucher un contact au moyen duquel le courant traverse une bobine de Ruhmkorf de petite dimension. Le guichet reste éclairé jusqu'à ce que l'on ait appuyé sur le bouton qui relève l'écran. Pour éviter un oubli et par suite l'usure de la pile, la sonnerie fonctionne tant que le guichet reste ouvert, de telle sorte que l'appel se continue jusqu'au moment où il est entendu. Au lieu d'une boule de la grandeur de l'ouverture, j'emploie de préférence, un tube étroit, replié sur lui-même, qu'un courant d'induction assez faible éclaire facilement.

—

M. le docteur J. S. de Saint-Germain, nous communique l'intéressante expérience suivante, qui complète d'une façon très heureuse, l'article que nous avons publié dernièrement sur *L'Électricité sans appareils.*

On prend une boîte de carton de $0^m,20$ de long sur $0^m,12$ de large et $0^m,05$ de haut. Le couvercle de cette boîte est formé par une lame de beau verre. On collodionne à plusieurs reprises la face supérieure de ce verre (sans lui faire perdre sa transparence). On place dans la boîte des insectes en éponge ou en coton. On frotte avec les doigts *secs* la surface collodionnée et l'on voit par un temps sec les insectes s'agiter, avancer, reculer, etc., sous les doigts. On peut varier de différentes manières cette petite expérience.

Digitized by Google

BOITE AUX LETTRES

M. S. à Rochefort-sur-mer. Nous avons répondu directement par lettre à votre demande.

Dr J. S. à Saint-Germain. Merci de votre intéressante communication que nous utilisons.

M. J. B. à Falaise. Votre allumoir n'est pas plus compliqué certainement que ceux de MM. Maigret et Ranque, mais vous semblez oublier que cette complication provient de ce qu'il s'agit d'allumer et d'éteindre *avec le même bouton*. Le vôtre allume bien à distance, mais n'éteint pas.

Pour l'allumage du gaz, le système à étincelle fatigue moins la pile que l'incandescence d'un spirale, mais n'est pas d'une application aussi générale.

M. A. F. à Paris. L'unité de force électro-motrice que vous nous signalez n'est employée que par quelques physiciens s'occupant de mesures électriques précises à l'aide de condensateurs et d'électromètres. L'unité désignée sous le nom de *Latimer*, abrégé de Latimer Clark, a une valeur de 1,457 volts. C'est la force électro-motrice de l'étalon qui porte le nom de l'inventeur. Le chiffre que nous vous donnons permet de passer facilement de cette unité purement arbitraire aux unités absolues.

M. R. à Montmartre. Vous trouverez dans ce numéro un exemple d'électrodynamomètre dans lequel les inconvénients des appareils à noyau aimanté n'existent pas. Le courant est ici équilibré à l'aide de poids. Pour des mesures plus rapides, MM. Siemens et Halske, de Berlin, construisent des électropynamomètre dans lesquels l'action du courant est compensé par un ressort de torsion, mais le principe est le même.

Erratum. — N° 1 de l'*Électricien*. Par suite d'une transposition de lettres dans la figure, page 25, le calcul correspondant contient une erreur qu'il importe de corriger pour que les résultats en soient d'accord avec les formules données précédemment. A partir de la ligne 28 de la page 24 jusqu'à la ligne 9 de la page 26, la lettre x doit être mise partout à la place de la lettre n et réciproquement : cette correction doit être faite aussi sur la figure de la page 25. Comme conséquence, page 26, ligne 16, il faut remplacer : la *ligne* QC, par : la *ligne* PB : et ligne 17 : *partant* de P, par : *partant* de Q.

Le gérant : G. MASSON

3499. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

SUR LA RADIOPHONIE

PRODUITE A L'AIDE DU SÉLÉNIUM

(Troisième article. Voyez tome I, pages 3 et 65.)

En continuant mes études sur l'influence de la température sur les récepteurs à sélénium dans le but de chercher à obtenir des appareils suffisamment constants dans leurs effets, je suis parvenu à des résultats assez satisfaisants.

Des récepteurs construits depuis un temps assez long paraissent être arrivés à un état assez stable eu égard aux effets de la température.

Le diagramme [B] de la figure ci-jointe (page 211) indique la marche suivie par la résistance de l'un de ces récepteurs construits depuis deux mois et soumis à des variations de température bien graduées dans l'étuve représentée précédement (p. 68).

L'expérience a duré environ 24 heures. L'appareil a été porté d'abord de 3° à 36° et puis refroidi graduellement jusqu'à 10°.

On voit que la résistance a varié régulièrement de 41 000 unités à 11 000; puis elle a suivi une marche inverse, et les deux lignes du diagramme sont assez rapprochées pour qu'on en puisse conclure à la stabilité du récepteur eu égard à la température.

Du reste si on considère un récepteur, qu'on le laisse dans l'obscurité, et qu'on mesure de temps en temps sa résistance à une même température, on voit clairement que cette résistance tend vers une certaine limite, plus ou moins rapidement, il est vrai, suivant la nature du récepteur.

Voici un tableau relatif à un récepteur construit depuis 18 jours quand on a commencé l'observation.

DATES.	TEMPÉRATURE.	RÉSISTANCE EN OHMS.
9 avril	19°	43572
10 —	—	46374
11 —	—	47500
12 —	—	49200
13 —	—	50200
30	—	57000
25 mai	—	60800

Digitized by Google

Si on construit la courbe dont les abscisses sont les temps et les ordonnées les résistances, on voit qu'elle affecte très nettement une forme parabolique.

Un second récepteur, construit le 11 avril dans des conditions particulières, est arrivé beaucoup plus rapidement à l'état stable. Ce récepteur a été, avant d'être sélénié, strié perpendiculairement à sa longueur ; les stries ont environ un millimètre de largeur et un demi-millimètre de profondeur : elles sont distantes d'environ 2 millimètres. Le sélénium a pénétré au fond des stries et je pense que cette disposition est susceptible de donner à la couche déposée plus d'adhérence et de solidité.

DATES.	TEMPÉRATURE.	RÉSISTANCE EN OHMS.
12 avril	19°	35000
13 —	—	45800
14 —	—	52100
15 —	—	56700
16 —	—	61000
25 mai.	—	63880

En construisant la courbe des résistances avec les données de ce tableau on voit qu'elle tend rapidement vers une limite.

Ces résultats se rapportent à des récepteurs formés de lames de laiton mince séléniées.

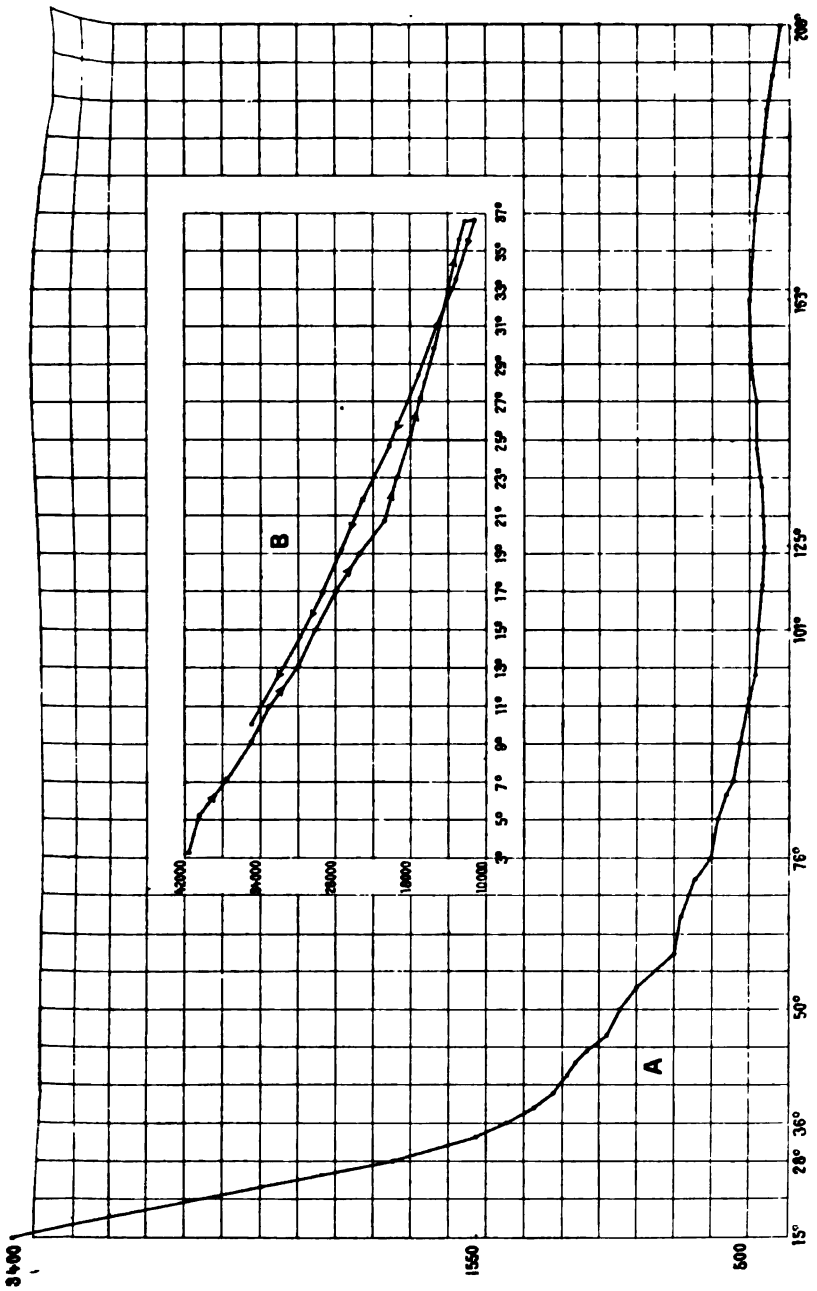
Mais on peut en construire avec d'autres métaux. Les essais faits en ce genre donnent de bons résultats avec le fer et le cuivre rouge, et d'excellents avec le platine. Avec l'argent l'action du sélénium paraît trop énergique pour que l'on puisse s'en servir avantageusement. Avec l'aluminium c'est une raison inverse qui semble s'opposer à son emploi : le sélénium (au moins celui dont je fais usage) n'adhère pas au métal, de sorte que je n'ai pu jusqu'à présent construire de récepteur avec ce métal.

Quoi qu'il en soit, les récepteurs en sélénium-cuivre, sélénium-fer, sélénium-platine possèdent les mêmes propriétés que ceux en sélénium-laiton, à l'égard de la température.

Les résultats précédents sont relatifs aux effets de températures ordinaires comprises entre 5 ou 6° et 36° sur des récepteurs séléniés vers 217° et qu'on a laissés ensuite se refroidir lentement.

Étant actuellement en possession de récepteurs susceptibles

Digitized by Google



Digitized by Google

comme ceux en sélénium-platine d'être exposés longtemps sans inconvénient à une température assez élevée, j'ai pu étendre les essais précédents jusqu'à la température même de fusion du sélénium.

A cet effet le récepteur sélénium-platine a été placé dans une étuve à sable dont la température était mesurée avec un thermomètre dont le réservoir touchait le récepteur. Il a été maintenu pendant 3 heures à une température comprise entre 208° et 212° : puis en manœuvrant le robinet du tuyau qui amenait le gaz sous l'étuve, on a laissé la température baisser avec une grande lenteur. Pendant ce temps, le récepteur était maintenu dans l'une des branches d'un pont de Wheatstone, dont le galvanomètre à miroir était observé d'une manière continue par un observateur, tandis qu'un autre suivait la marche du thermomètre.

Le récepteur est ainsi passé graduellement de la température de 208° à 16° : l'expérience a duré 16 heures environ.

Le diagramme [A] de la figure ci-contre représente le résultat des observations. On voit que la résistance du récepteur, qui était au début de 373 ohms, a d'abord augmenté, a atteint vers 163° un maximum d'environ 490 ohms : puis elle a diminué, a présenté vers 125° un minimum d'environ 435 ohms. A partir de ce moment la résistance a continuellement augmenté jusqu'à 15° où elle a atteint 3370 ohms.

A partir de 35 à 36° la courbe qui représente la variation peut être regardée comme une ligne droite, résultat conforme aux observations précédentes.

L'existence des deux points remarquables correspondant aux températures de 163° et 125° n'est pas douteuse. Cette portion de la courbe a été déterminée par 15 points ainsi qu'on le voit sur le dessin : la courbe entière résulte de 36 déterminations.

Ce résultat remarquable confirme certaines observations de M. Werner Siemens dont il a été précédemment question (page 71 de ce volume) : le savant ingénieur l'attribue à une modification allotropique du sélénium, explication qui paraît très vraisemblable d'après les propriétés physiques connues de ce corps.

Mais, quoi qu'il en soit, il n'en résulte pas moins de la série d'études qui viennent d'être exposées les conclusions suivantes :

1° Les récepteurs à sélénium construits comme je l'ai indiqué

Digitized by Google

en détail tendent plus ou moins vite avec le temps vers un état stable relativement aux effets de la température.

2° Aux températures ordinaires et même jusqu'à 100 degrés, la résistance de ces récepteurs varie en sens inverse de la température. De 5° à 35° ces variations peuvent être très approximativement considérées comme proportionnelles l'une à l'autre.

E. Mercadier.

NOUVELLES MACHINES GRAMME

M. Gramme se propose d'envoyer à l'Exposition internationale d'Électricité deux séries de nouvelles machines qu'il vient de combiner pour les transmissions de force motrice, et pour l'obtention de plusieurs foyers dans le circuit unique d'un appareil à courant continu.

Nous pouvons dès aujourd'hui présenter aux lecteurs de l'*Électricien* un type de chacune de ces séries avec quelques renseignements sur leur mode de construction et sur leur fonctionnement pratique.

La première de ces machines a été combinée par M. Gramme en vue de la production de cinq foyers sur un circuit unique. Elle est à courant continu et sa forme est peu différente de celle des machines servant aux usages de la guerre et de la marine.

Comme on le voit, cet appareil est composé de deux flasques en fonte ayant des boîtes à graisse ménagées au centre et des entailles transversales pour loger les fers des électro-aimants; de deux électro-aimants méplats assemblés solidement avec les flasques au moyen de vis; de deux armatures fixées au milieu des traverses et se développant chacune sur presque toute une demi-circonférence de la bobine; d'un arbre central portant une bobine et un collecteur de courants; de deux porte-balais réglés par des vis sans fin et de divers accessoires communs à tous les générateurs d'électricité.

Le graissage normal des coussinets est obtenu par de petits réservoirs d'huile placés sur les bâtis, dans le prolongement des tubes verticaux pénétrant dans les bagues en bronze. La boîte venue de fonte avec les flasques est remplie de suif qui ne fond que lorsque les arbres atteignent une température trop élevée.

Digitized by Google

Le collecteur est fixé au manchon en bois, sur lequel est montée la bobine, au moyen d'un anneau en cuivre alésé en cône et d'une série de vis pénétrant dans le manchon. Entre le collecteur et l'arbre central, se trouve placée une douille métallique légèrement conique à l'extérieur, mais dans le sens opposé au cône de l'anneau principal.

Les balais sont commandés par une vis sans fin à contre-écrou qui se manœuvre de l'extérieur du bâti et qui permet de régler convenablement leur frottement contre les lames du collecteur.

L'assemblage spécial des électro-aimants avec les flasques en fonte, le montage du collecteur sur l'arbre et le double graissage des tourillons sont des détails de construction nouveaux; M. Gramme les considère comme très utiles pour assurer le bon service des machines à plusieurs lumières.

Voici les principales dimensions de la partie mécanique et les éléments de la partie physique de cette machine :

Longueur totale, poulie comprise	0m,815
Largeur totale	0m,500
Hauteur totale	0m,528
Hauteur de l'axe	0m,280
Diamètre de la poulie	0m,200
Largeur à donner à la courroie	0m,100
Poids total de la machine	560 kil.
Résistance de la bobine	1,5 ohm.
Poids du fil de la bobine	10 kil.
Résistance des électro-aimants	3 ohms.
Poids du fil des électro-aimants	64 kil.
Diamètre extérieur de la bobine	0m,26
Largeur de la bobine	0m,15

La même machine peut, à volonté, alimenter 1, 2, 3, 4 ou 5 régulateurs; il suffit, lorsqu'on veut changer le nombre des foyers, de faire varier la vitesse de la machine et la résistance du câble conducteur.

Le tableau suivant (page 215) indique les vitesses et les résistances les plus convenables ainsi que l'écart des charbons pendant la marche et la longueur de l'arc produisant l'extinction.

Cette machine a été spécialement étudiée pour fonctionner avec les régulateurs du même inventeur, dont l'*Électricien* a publié le dessin et la description. Son but n'est pas, comme on l'a prétendu, de diviser le courant et d'alimenter plusieurs petits foyers au lieu d'un seul foyer intense. M. Gramme ne croit pas qu'on puisse obtenir des lumières peu coûteuses, suffisamment

Digitized by Google

Nombre de foyers.	Vitesse de la machine. — Nombre de tours par minute.	Résistance en ohms du conducteur.	Écart des charbons pendant la marche.	Écart des charbons produisant l'extinction.
1	500	1,00	0m,0025	0m,0060
2	700	2,00	0m,0025	0m,0057
3	975	3,00	0m,0025	0m,0055
4	1125	4,10	0m,0025	0m,0055
5	1300	5,50	0m,0025	0m,0055

fixes et de faible intensité au moyen de l'arc voltaïque. Aussi, au lieu de chercher à *diviser* un courant, il a préféré construire des machines donnant un courant d'une grande puissance, permettant d'alimenter sur un même circuit plusieurs foyers intenses. Et il a si complètement réussi dans son projet qu'en moins de cinq mois il a reçu commande de plus de deux cents foyers du nouveau système. C'est là un succès sans précédent dans l'industrie de l'éclairage électrique.

L'Exposition contiendra des machines à deux, à cinq, à dix et à vingt lumières qui contribueront à l'éclairage de la grande nef et à celui de trois salles du premier étage. Ces machines seront présentées par MM. Sautter, Lemonnier et Cie, concessionnaires en France des nouveaux brevets Gramme, par la Société espagnole d'électricité et par la Société Gramme.

La seule différence importante entre les machines qui seront exposées et celle que nous publions aujourd'hui, consiste dans l'adjonction d'une bobine chargée spécialement d'exciter les électro-aimants. C'est un retour opéré par M. Gramme vers ses premières combinaisons et dont nous expliquerons plus tard les avantages.

La deuxième des machines, dont nous donnons le dessin, est précisément celle qui actionnait le *treuil* à labourage de M. Félix, que notre ami Niaudet a décrit, ici même, il y a quinze jours.

Au lieu d'établir les électro-aimants entre deux supports en fonte, comme il le fait dans ses appareils du type normal, M. Gramme a préféré envelopper les électro-aimants de la nouvelle machine d'un cadre en fonte très solide servant de bâti et protégeant tous les organes contre les chocs extérieurs et les dislocations intérieures. Il a donné ainsi à cette machine une

Digitized by Google

forme trapue, bien ramassée, ce qui la rend facilement logeable dans un espace très restreint et permet de l'expédier sans emballage à d'assez grandes distances. Tous les détails de construction sont d'ailleurs en harmonie avec le bâti, c'est-à-dire simples,

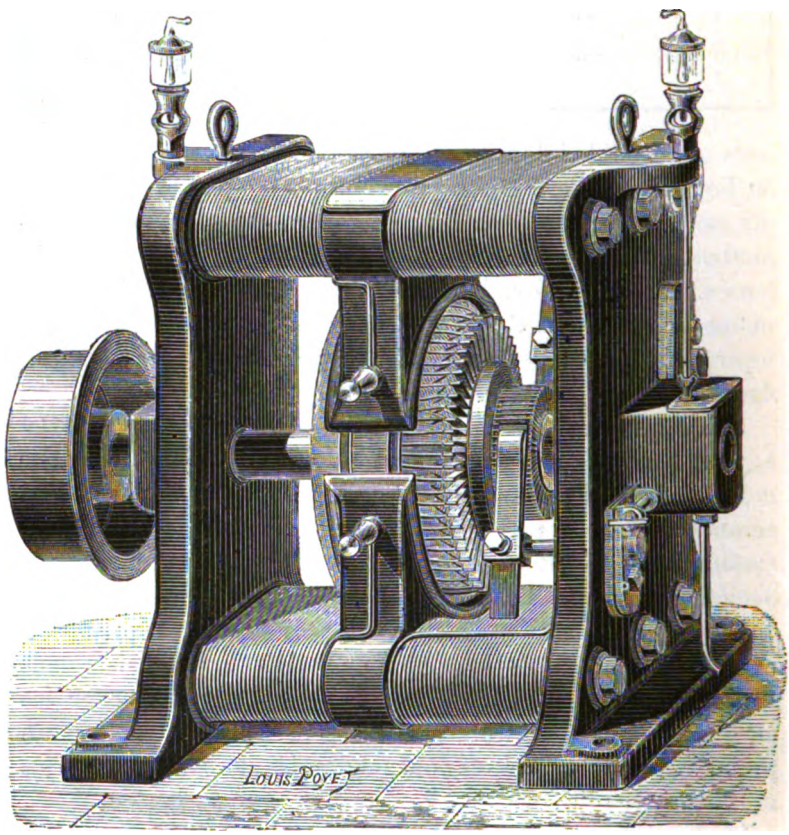


Fig. 1. — Machine Gramme à courants continus. — Type de cinq lumières.

rustiques, aussi faciles à manœuvrer qu'à remplacer en cas d'avarie. (Les machines placées sur le treuil de M. Félix sont montées sur des arbres en fer au moyen d'oreilles venues de fonte avec le cadre extérieur. Elles sont oscillantes et elles actionnent directement les poulies du treuil, sans l'intermédiaire de courroies, ni d'engrenages.)

Digitized by Google

Les électro-aimants sont au nombre de quatre, ce qui nécessite naturellement l'emploi de quatre balais pour recueillir les courants.

Les machines exécutées sur ce type pèsent 510 kilogrammes et permettent de transporter une force utilisable de six à 8 chevaux à 5 kilomètres de distance. M. Gramme en prépare une pour l'Exposition qui pourra facilement transporter de douze à seize

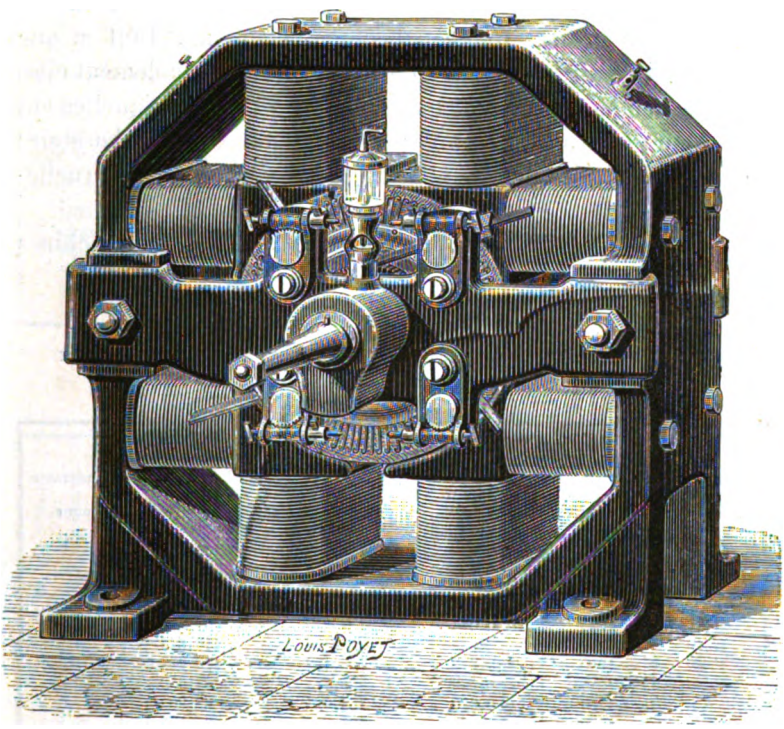


Fig. 2. — Machine Gramme pour le transport de la force à distance.

chevaux effectifs à l'arrivée, alors qu'elle en consommera environ le double au départ. Ces machines s'employant le plus souvent par série de deux, accouplées de chaque côté d'un treuil, la force disponible pour le labourage s'élèvera ainsi à environ trente chevaux. Pour les petites forces, M. Gramme a combiné des machines ayant une grande analogie de forme avec les appa-

Digitized by Google

reils à lumière; et, il peut dès maintenant offrir à l'industrie quatre modèles différents pour le transport des forces à distance :

1° machines pour le transport de un à deux chevaux.
2° — — de deux à trois —
3° — — de six à huit —
4° — — de douze à seize —

Les machines N°s 3 et 4 n'ont pas encore été assez expérimentées pour qu'il nous soit possible de consigner ici les résultats obtenus et d'en tirer une conclusion quelconque. Tout ce que nous pouvons dire, c'est qu'au point de vue du rendement elles sont un peu supérieures aux machines n°s 1 et 2, lesquelles ont déjà donné lieu à de nombreux essais, tant dans le laboratoire de l'inventeur que chez les personnes qui s'en servent journellement.

Voici quelques résultats obtenus avec l'emploi des machines N°s 1 et 2 :

1. EXPÉRIENCES FAITES AVEC DEUX MACHINES IDENTIQUES AYANT UNE RÉSISTANCE INTÉRIEURE DE 1 OHM.

Vitesse de la machine génératrice. — Tours à la minute.	Vitesse de la machine réceptrice. — Tours à la minute.	Résistance du circuit extérieur en ohms.	Nombre de kilogrammètres absorbés par la machine génératrice.	Nombre de kilogrammètres fournis par la machine réceptrice.	Rendement pour 100.
1540	1240	0,075	190,140	94,892	49,95
1540	1220	0,075	227,740	110,644	48,50
1540	1040	0,075	305,428	158,258	51,80
1540	980	0,075	323,683	164,639	50,80
1540	1150	0,930	158,623	62,992	39,5
1540	1030	0,930	209,283	97,171	46,4
1540	930	0,930	280,086	144,188	51,4

Ces expériences montrent qu'en portant la résistance extérieure de 0^ohm,075, laquelle correspond à un fil de cuivre de 50 mètres de longueur sur 4 millimètres de diamètre, à 0^ohm,930, correspondant à 700 mètres du même fil, le rendement est sensiblement le même, à la condition toutefois de diminuer un peu la vitesse de la machine réceptrice.

Digitized by Google

2. EXPÉRIENCES FAITES AVEC DEUX MACHINES IDENTIQUES AYANT UNE RÉSISTANCE INTÉRIEURE DE 3 OHMS.

Vitesse du générateur.	Vitesse du récepteur.	Résistance du circuit extérieur en ohms.	Force absorbée par le générateur.	Force fournie par le récepteur.	Rendement pour 100.
1550	925	1,85	358 kgm.	157 kgm.	44
1550	1210	1,83	223 »	110 »	49
1550	1130	1,85	272 »	156 »	57

3. EXPÉRIENCES FAITES AVEC DEUX MACHINES IDENTIQUES AYANT UNE RÉSISTANCE INTÉRIEURE DE 5 OHMS.

Vitesse du générateur.	Vitesse du récepteur.	Résistance du circuit extérieur en ohms.	Force absorbée par le générateur.	Force fournie par le récepteur.	Rendement pour 100.
1600	1110	2,65	246	108	43
1600	1000	2,65	356	163	45
1600	1050	2,65	292	135	46
1600	1030	3,97	364	174	47
1600	1050	3,97	324	153	47

4. EXPÉRIENCES FAITES AVEC DES MACHINES DISSEMBLABLES.

Résistance intérieure de la machine génératrice : $2^{ohms},63$.
Résistance intérieure de la machine réceptrice : $1^{ohm},13$.

Vitesse du générateur.	Vitesse du récepteur.	Résistance extérieure du circuit en ohms.	Résistance extérieure du circuit en fil de cuivre de $0^{m},004$.	Force absorbée par le générateur.	Force fournie par le récepteur.	Rendement pour 100.
			m.	kgm.	kgm.	
1360	1455	0,073	55,30	280,00	141,0	50,3
1360	1410	»	»	264,3	142,6	53,9
1360	1590	»	»	232,3	127,12	54,7
1360	1345	»	»	288,6	165,5	57,3
1520	1440	»	»	366,22	197,7	54,0
1520	1530	»	»	338,9	188,0	55,5
1520	1640	»	»	310,7	178,0	57,3
1360	1055	0,930	701,78	295,5	140,1	47,4
1360	1265	»	»	258,6	131,9	51,0
1360	1430	»	»	240,3	124,0	51,6
1520	1520	»	»	358,7	181,0	50,4
1520	2000	»	»	335,2	121,0	51,4
1520	1390	»	»	340,0	180,0	52,9
1360	1310	4,743	3576,00	173,0	70,76	40,9
1360	1450	»	»	154,8	66,27	42,8
1520	1570	»	»	239,0	21,55	58,2
1360	1280	6,525	4922,16	160,0	55,34	34,5
1360	1400	»	»	131,4	50,08	38,1
2150	2450	»	»	306,27	125,56	35,0
2150	2200	8,443	6368,00	355,00	114,0	32,0

Digitized by Google

La résistance $2^{ohms},65$ correspond à un fil de cuivre de 2000 mètres de longueur et de 4 millimètres de diamètre, ce qui permet de transporter la force à 1 kilomètre du générateur. La résistance $3^{ohms},97$ correspond à 3000 mètres du même fil. On voit qu'on peut avec les machines expérimentées transporter facilement deux chevaux de force à 1500 mètres de distance et obtenir un rendement de presque 50 pour cent. Ce résultat est extrêmement remarquable et il n'a été obtenu jusqu'à présent qu'avec des machines Gramme[1].

Cette dernière série d'expériences prouve que les machines en essai n'avaient pas une tension intérieure suffisante pour transporter la force motrice à plus d'un kilomètre dans de bonnes conditions. Lorsqu'on interposait, entre les deux machines, 6 kilomètres de fil, il fallait augmenter considérablement les vitesses et le rendement baissait jusqu'à 32 pour 100.

Il est possible d'augmenter un peu le rendement des machines; il suffit, pour cela, d'augmenter la vitesse de la machine réceptrice et de ne demander à l'installation qu'une faible partie du travail total qu'elle peut produire; cependant, pour ne pas fatiguer les organes mobiles, et pour ne pas exagérer le poids et par suite le prix des appareils, il est convenable, en pratique, de s'en tenir à un rendement variant de 40 à 50 pour cent suivant que la distance à parcourir est grande ou petite[2].

La question du transport des forces motrices par l'électricité est à l'ordre du jour, les applications se multiplient, et tout fait prévoir qu'avant peu ce n'est pas l'éclairage qui emploiera le plus de machines dynamo-électriques, mais bien les moteurs et les récepteurs destinés à utiliser des forces naturelles jusqu'ici perdues pour l'industrie. Déjà le nouveau système rend de grands services à l'agriculture, aux mines, aux ateliers de constructions, et les commandes croissent dans une proportion considérable.

[1] Nous avons sous les yeux un tableau d'expériences récemment faites à Berlin avec des machines Siemens qui démontre que le rendement descend toujours au-dessous de 40 pour 100 dès que la résistance totale atteint 2 ohms.

[2] Lorsque M. Reynier a declaré que la pile Faure rendrait 80 pour 100 du travail initial pour la transmission des forces, il a commis une grave erreur; le rendement vrai dépassera rarement 45 pour 100 dans les expériences de laboratoires et 35 à 40 pour 100 dans la pratique journalière. Il est toujours dangereux de donner devant des assemblées savantes des chiffres si erronés, car le public peut être amené à croire qu'une affaire aléatoire est dès à présent susceptible d'un grand succès, ce qui, bien certainement, n'est pas dans les intentions de M. Reynier.

Digitized by Google

C'est à la Société Gramme, placée sous notre direction personnelle depuis dix ans, que revient l'honneur d'avoir eu l'idée et d'avoir fait la première application du transport de force par l'électricité. Cette priorité n'a jamais été contestée sérieusement. Mais de temps en temps un membre de la dynastie des Siemens prétend que le docteur Werner a parlé en 1867 de la possibilité de faire fonctionner les chemins de fer au moyen de machines dynamo-électriques, et, il n'y a pas très longtemps, le journal *La Lumière électrique* émettait l'avis que MM. Planté et Niaudet avaient pensé avant nous à la transmission des forces par l'électricité. Il est donc utile de ne pas laisser s'égarer l'opinion sur un point si facile à préciser.

C'est en 1873, le 3 juin, à l'Exposition de Vienne, en présence de l'empereur d'Autriche et d'un grand nombre de savants et de curieux que nous fîmes la première application pratique de cette nouvelle découverte. Quelques mois après nous publiâmes, dans la *Revue Industrielle*[1] et dans notre ouvrage sur les *machines à l'Exposition de Vienne*, les lignes suivantes relatives à cette application :

« La machine Gramme principale était actionnée par un moteur à gaz système Lenoir; l'électricité produite était envoyée dans une deuxième machine Gramme de plus faible dimension, laquelle agissait en véritable moteur électrique et actionnait une petite pompe centrifuge de MM. Neut et Dumont. Comme les expérimentateurs n'avaient aucun appareil pour mesurer les forces dépensées et utilisées, et que, d'autre part, les machines exposées n'avaient pas été combinées pour la transmission des forces, il n'a pas été possible de déterminer l'effet utile qui pourrait résulter d'une semblable installation. Cependant, ces premiers essais ont démontré non seulement la possibilité de transmettre une force à longue distance, mais ils ont encore fait voir que le rendement était notablement plus grand qu'avec l'emploi d'autres appareils.

« L'avantage principal d'une transmission de force par l'électricité réside dans la simplicité de la pose et dans la possibilité de franchir des espaces verticaux inaccessibles aux câbles. Un semblable système ne donnerait lieu à aucun entretien dans la

[1] Voir la livraison du 1er décembre 1873.

Digitized by Google

distance qui sépare le lieu de la force avec celui des machines qu'elle fait mouvoir : on n'aurait à redouter ni la rupture d'un câble qui, par la grande vitesse dont il est animé, peut présenter des dangers sérieux, ni les fuites de tuyaux, qui augmentent l'entretien des transmissions par eau et air comprimés et qui diminuent l'effet utile.

« Le prix d'installation de deux machines Gramme et de deux câbles en cuivre nous paraît, à première vue, assez élevé, mais la facilité de la pose et surtout l'économie résultant d'un entretien à peu près nul devront, dans bien des cas, faire donner la préférence au nouveau système. »

A une note aussi claire, aussi explicite, parue il y a huit ans dans deux publications, et reproduite par un grand nombre de journaux, il ne suffit pas d'opposer des allégations vagues sans le moindre fondement réel. Il faut, de toute nécessité, apporter au débat des preuves palpables, détaillées, irrécusables.

Personne ne l'a fait jusqu'à présent et tant que personne ne le fera; dans notre intérêt et dans l'intérêt national, nous persisterons à considérer la Société Gramme comme ayant créé cette nouvelle branche de l'activité humaine.

HIPPOLYTE FONTAINE.

SUR LES

UNITÉS ABSOLUES ET LES MASSES ÉLECTRIQUES

1° *Définition mécanique de la masse.* — Dans l'étude de la mécanique nous arrivons à la notion de masse, par la considération des forces, et par cette remarque que des forces égales, agissant sur des masses égales, leur impriment la même accélération. L'expression $f = m\gamma$ est une sorte d'axiome, reliant les forces aux masses et aux accélérations, et qui nous sert à définir les masses si nous acceptons d'abord l'idée de force, ou à définir les forces si nous partons de l'idée de masse.

Il y a donc deux systèmes d'unités fondamentales.

1° Les unités ordinaires, qui sont : la *force* du gramme, c'est-à-dire l'effort exercé par la pesanteur sur la masse de 1 centi-

Digitized by Google

mètre cube d'eau distillée prise à Paris à 4°,5; la *longueur* de 1 centimètre et la *durée* de 1 seconde moyenne. De ces unités fondamentales on déduit l'unité de *masse*, qui prend sous l'action d'une force de 1 gramme une vitesse de 1 centimètre au bout de 1 seconde. Cette masse est celle de $g = 980,88$ centimètres cubes d'eau.

Dans ce système, l'expression numérique des forces et des masses dépend de la position géographique de l'observateur. Dans les mesures ordinaires, cet inconvénient est faible, car les variations de l'intensité de la pesanteur aux divers lieux de la terre sont peu importantes et ne dépassent pas $\frac{1}{200}$ de la valeur de g, de l'équateur au pôle, en tenant compte de la force centrifuge. Mais, quand on veut faire des mesures précises et surtout comparables avec celles faites par d'autres expérimentateurs, il est nécessaire de tenir compte de ces variations, et on a adopté le système suivant.

2° Les unités de l'Association britannique, appelées quelquefois le système C. G. S, qui sont : la *longueur* de 1 centimètre, la *durée* de 1 seconde et la *masse* de 1 gramme. Cette unité de masse, qui est la masse de 1 centimètre cube d'eau prise dans des circonstances déterminées, est constante et indépendante de la position géographique de l'observateur; et ce système diffère du précédent en ce que nous acceptons d'abord l'idée de masse, pour en conclure la notion de force. On déduit en effet des unités fondamentales précédentes l'unité de force, qui est la force nécessaire pour donner à la masse 1 l'accélération 1. Cette unité de force s'appelle la *dyne*. Elle est indépendante de la nature et de l'origine de la force, de sorte que la pesanteur qui, dans le système précédent, servait de terme de mesure, n'est plus, dans le système C. G. S., qu'un exemple de force particulière, d'une conception facile et d'un emploi commode, mais non indispensable.

De chacun de ces deux systèmes on déduit toute une série d'unités pour la vitesse, la densité, le travail, etc. Mais ces quantités se ramènent toujours aux quantités fondamentales de force ou de masse, de longueur et de temps. On pourra donc facilement les définir dans chacun de ces systèmes.

Digitized by Google

Une question délicate et qui occasionne de fréquentes erreurs, c'est le passage d'un système à un autre. Il suffit de remarquer que les forces sont proportionnelles aux accélérations qu'elles impriment à une même masse. On a donc le rapport

$$\frac{\text{dyne}}{\text{force de 1 gramme}} = \frac{1}{g, \text{ accélération de la pesanteur}}$$

c'est-à-dire que la dyne, unité de force, est g fois plus petite que la force du gramme. De ce que l'unité-dyne est environ mille fois plus petite que l'unité-force du gramme, il en résulte que le nombre qui mesure une force en dynes est mille fois plus grand que celui qui mesure la même force en grammes, exactement comme il en serait si, après avoir mesuré une longueur en mètres, nous voulions l'exprimer en millimètres. Donc, pour évaluer en dynes une force exprimée en grammes, il suffit de multiplier le nombre de grammes par g.

De même, pour évaluer en masses-grammes une masse exprimée en unités de masses ordinaires, il faut encore multiplier ce nombre par g et le produit donnera le nombre de masses-grammes. C'est ce que l'on fait quand on prend les poids avec une balance. Le fléau de la balance n'a jamais des dimensions assez grandes pour qu'on puisse regarder g comme différent aux deux extrémités du fléau; la mesure des poids est donc la même que celle des masses, puisque l'accélération est constante. Cependant, pour avoir la masse dans le système ordinaire, nous divisons le poids obtenu par g, c'est que l'unité de masse ordinaire est celle de g centimètres cubes d'eau. Le nombre $\frac{p}{g} = m$ est donc une masse évaluée en masses de 980,88 centimètres cubes d'eau. Pour l'avoir en masse de 1 gramme, il faut multiplier ce nombre m par g, c'est-à-dire annuler l'effet de la première division. Ainsi la balance donne un nombre de grammes mesurant, soit une force, soit une masse, suivant qu'on emploie le système de gravitation ordinaire ou le système C. G. S.

La formule $f = m\gamma$, dont nous concevons la réalisation pratique dans une sorte de machine d'Atwood, nous a servi à définir les masses et les forces. Dès lors, toutes les autres expressions de la mécanique, renfermant ces éléments, sont parfaitement

Digitized by Google

définies et ne contiennent plus que des quantités d'une mesure connue et possible expérimentalement. Ainsi la formule de Newton qui, pour être homogène, doit s'écrire $F = \varphi \frac{mm'}{d^2}$, exprime dans le système C. G. S. que deux masses particulières, mesurées en grammes-masses par la balance, et placées à une distance d en centimètres, s'attirent avec une force F mesurée en dynes, et cette force F pourra être calculée, pourvu que l'on connaisse le facteur φ, qui est la force avec laquelle s'attirent deux masses de 1 gramme préalablement reconnues égales par la balance et placées à 1 centimètre de distance. Ce facteur φ, qui est un nombre de dynes, est donné par l'expérience de Cavendish, indépendamment de toute comparaison avec la force de la pesanteur. La balance de torsion pourrait être transportée en un lieu quelconque, sans que les résultats de l'observation fussent changés; car dans cet appareil la pesanteur n'est pas le terme de comparaison des forces.

Les autres expressions, telles que moments d'inertie, quantités de mouvement, force vive, etc., contenant les masses ou les forces, pourront se calculer de la même façon. Les difficultés que l'on rencontre dans l'appréciation précise des phénomènes sont d'un autre ordre, et proviennent en général de l'ignorance dans laquelle nous sommes des relations qui existent entre les molécules des corps dans les diverses directions.

2° *Définition de la masse électrique.* — Dès que nous abordons l'étude des phénomènes électriques, la notion de masse est moins nette. Nous ne pouvons plus en effet nous servir de la définition $f = m\gamma$, qui ne correspond ici à aucune réalité physique, puisque nous ne pouvons pas concevoir une certaine quantité d'électricité obéissant à l'action d'une force mesurée à part. Jusqu'à présent les masses électriques ne sont pas assez indépendantes de leur support matériel, pour suivre les impulsions d'une force qui ne soit pas une attraction ou une répulsion électrique.

Nous sommes obligés de définir les masses électriques en partant des lois de Coulomb $F = \frac{mm'}{d^2}$, expression que nous ne pouvons même pas rendre homogène, car le facteur φ qu'il fau-

Digitized by Google

drait y introduire, exigerait, pour être déterminé, la définition préalable de la masse. On prend donc φ pour unité, on accepte les lois de Coulomb comme un fait expérimental, et on définit ordinairement l'unité de masse électrique dans le système C. G. S. celle qui, agissant sur une masse égale et placée à un centimètre de distance, la repousse avec une force égale à 1 dyne.

Mais, dans son apparente simplicité, cette définition soulève de graves objections. Deux masses égales d'électricité, si nous les supposons concentrées chacune en un point unique, sont au même potentiel, et alors elles sont en équilibre et ne se repoussent pas. Pour expliquer la répulsion électrique, nous sommes obligés de compliquer le phénomène et de faire intervenir d'autres corps, chargés d'électricité à des potentiels différents, et placés, soit sur les parois de la cage enveloppante, soit entre les deux corps qui se repoussent.

Nous ne précisons pas encore la définition précédente en supposant les masses identiques se repoussant à des potentiels différents. Car alors nous devons concevoir ces masses électriques répandues sur des supports matériels de grandeurs finies et inégales, et aussitôt interviennent des phénomènes d'influence, des variations de distribution, etc., dont il est difficile de ne pas tenir compte.

Il vaut donc mieux, dans la définition des masses électriques, rejeter absolument le phénomène de la répulsion, dont l'explication n'est pas simple, et appeler unité de masse celle qui, *agissant sur une masse égale et de signe contraire, l'attire*, à la distance 1 avec une force 1. Toutes les difficultés ne sont pas enlevées par cette nouvelle forme de langage. Car, que sont des masses égales et de signes contraires? Mais, quel que soit le langage que l'on adopte pour désigner les phénomènes électriques, il faut tenir compte de cette double nature si tranchée, que présentent seuls jusqu'à présent les effets électriques ou magnétiques.

La notion du potentiel, qui vient ainsi restreindre les actions mutuelles des corps électrisés, nous est cependant inutile pour la définition des masses. Le potentiel peut en effet être assimilé au niveau d'un réservoir d'électricité, à la température électrique, à la pression d'une certaine quantité de fluide, etc. Toutes ces

Digitized by Google

images que précise la théorie mathématique, peuvent aider à l'explication simple des phénomènes. Ainsi nous pouvons nous représenter une masse de gaz, sans tenir compte de sa pression, ni de son volume, tant que nous ne parlons que d'une seule masse de gaz; mais si nous parlons de l'égalité de deux masses de gaz, nous sommes obligés d'ajouter ou bien que les pressions sont égales, ou bien que les volumes sont différents.

En résumé, la force électrique ne nous apparaît que comme une attraction entre deux masses électriques de signe contraire; nous ne pouvons pas prendre comme unité de masse électrique celle qui nous serait le plus commode, par exemple la masse d'une sphère d'un rayon de 1 centimètre et communiquant avec un élément Daniell, dans des conditions déterminées, comme nous avons choisi arbitrairement l'unité de masse matérielle. Nous avons accepté les lois expérimentales de Coulomb, comme donnant à la fois la mesure des masses et celle des forces; et les électromètres, quel que soit leur principe, peuvent donner chacun de ces éléments en fonction de l'autre, mais ils ne peuvent pas les séparer.

3° *Définition de l'intensité d'un courant.* — Lorsque deux corps électrisés à des potentiels différents sont réunis, la température électrique s'équilibre et devient, au bout d'un certain temps, la même pour ces deux corps. Il semble qu'il y a eu transport d'électricité de l'un des corps sur l'autre; et cette apparence a fait donner à ce phénomène le nom de courant, que l'on a conservé sans rien préjuger sur le mode d'accomplissement du fait ainsi désigné.

L'intensité de ce courant est la quantité d'électricité qui passe pendant l'unité de temps, de sorte qu'au bout du temps t, la quantité d'électricité qui a passé est représentée par $M = it$. Les lois de Faraday, qui montrent que les décompositions électrochimiques sont proportionnelles aux intensités et au temps, permettent de mesurer les masses d'électricité qui ont passé pendant un temps déterminé. Mais elles ne nous apprennent rien sur les actions mécaniques des masses électriques.

La loi de Ohm indique que les intensités dépendent du potentiel de la source et d'un élément nouveau, particulier au canal réunissant les deux corps entre lesquels a lieu le courant, la

Digitized by Google

résistance $i = \frac{A}{r}$; elle permet de mesurer r si l'on a mesuré A et i, la mesure sera relative ou absolue suivant ce que seront ces deux éléments, l'*unité de potentiel* étant le potentiel de l'unité de masse électrique, et l'*unité d'intensité* étant, d'après la loi de Faraday, l'intensité produite par la masse 1 passant pendant 1 seconde.

La loi de Joule est une combinaison des autres lois et de la définition mathématique du potentiel, qui est le travail de l'unité de masse venant de l'infini. Elle permet de trouver la quantité de chaleur Q dégagée par le passage d'un courant, en fonction des éléments de ce courant : $Q = r i^2 t = A M$. Mais elle n'indique encore rien sur la relation des masses aux forces. Chacune de ces lois introduit un élément nouveau et en donne à la fois la définition et la mesure.

La formule d'Ampère indique l'action d'un courant sur un un autre courant ou sur un aimant. Par une extension des lois de Coulomb, que des vérifications ultérieures ont justifiées, Ampère admet que la force qui s'exerce entre un pôle d'aimant μ, placé à une distance a au centre d'un courant circulaire, et une longueur l de ce courant d'intensité i, est représentée par la formule $F = \frac{p\,l\,i}{a^2}$. Cette loi régit des phénomènes particuliers, l'action des courants sur les aimants, et la formule ne contient que des éléments déjà définis par d'autres phénomènes. Il est indispensable de comparer la loi d'Ampère à celle de Coulomb, et d'étudier les conséquences singulières qui vont résulter de cette comparaison.

En combinant la formule d'Ampère avec celle de Faraday, on rétablit la masse électrique agissante, et on a $F = \frac{\mu M}{a^2} \times \frac{l}{t}$. L'identification de cette formule d'Ampère avec la loi de Coulomb est arrêtée par la présence de ce facteur $\frac{l}{t}$, qui est le quotient d'une longueur par un temps, c'est-à-dire une vitesse. Ainsi le rapport entre la force électro-dynamique d'Ampère et la force électrostatique de Coulomb est une vitesse que des considérations théoriques ont démontrée être celle de la lumière (300 mille kilo-

Digitized by Google

mètres par seconde). De même le rapport des masses qui est égal à celui des forces.

Et en effet il est difficile d'admettre que les effets d'une masse électrique en repos, à l'état statique, soient identiques à ceux de la même masse à l'état dynamique, pas plus qu'on ne peut assimiler les effets d'un poids posé sur un support avec les effets du même poids tombant d'une certaine hauteur. Dans ce dernier cas, pour calculer les effets du choc, il faut faire intervenir la force vive, c'est-à-dire multiplier la masse par le carré de la vitesse, expression que nous retrouverions également dans la formule d'Ampère si nous avions pris l'action d'un courant sur un autre courant.

On voit combien il est difficile de coordonner les différentes lois qui régissent les éléments électriques. Les mesures électrométriques que l'on peut faire sur les masses, sont bien comparables les unes aux autres, en ayant soin de les évaluer dans le système C. G. S., mais elles représentent des effets électrostatiques, c'est-à-dire des effets dont l'importance pratique est à peu près nulle, et il en sera ainsi tant qu'on n'aura pas démontré par des expériences irréfutables que le rapport entre les unités électro-dynamiques et les unités électro-statiques est bien la vitesse de la lumière.

J.-B. Baille.

LES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

On désigne sous le nom d'*accumulateur électrique* tout appareil permettant de recueillir, d'emmagasiner et d'accumuler le courant électrique produit par une source quelconque, et de le restituer ensuite à volonté dans un temps plus ou moins long, et à des intervalles plus ou moins éloignés.

L'idée d'*accumuler* et d'*emmagasiner* l'électricité appartient à un savant français, M. Gaston Planté, qui, en étudiant les courants secondaires produits au sein des piles, s'appliqua à les utiliser, au lieu de chercher à les détruire. Les premiers résultats obtenus par M. Planté ont été présentés à l'Académie des sciences, au mois de mars 1860, sous le nom de piles secondaires, comme on les désigne encore le plus souvent. Cependant,

Digitized by Google

le nom d'accumulateur leur convient davantage, car les couples secondaires peuvent être assimilés à tous les appareils qui servent, en mécanique, à l'*accumulation du travail* résultant de l'action des forces, tels que les accumulateurs hydrauliques, les réservoirs d'air comprimé, les ressorts, les locomotives à eau chaude de MM. Lamm et Franck, etc.

Les qualités que devrait présenter un accumulateur électrique parfait sont les suivantes :

Capacité. Emmagasiner sous un faible volume et surtout un faible poids la plus grande somme d'énergie possible.

Rendement. Restituer, sous forme de travail ou de chaleur dans le circuit extérieur, la plus grande partie de l'énergie électrique dépensée pendant la charge.

Conservation. Conserver cette charge le plus longtemps possible sans perte, propriété correspondant à l'étanchéité des réservoirs à air comprimé ou des appareils à pression d'eau.

Durée et constance. Le couple secondaire doit être construit pour durer longtemps sans qu'on soit obligé de le reconstruire ou de le remplacer, et enfin il doit, pendant la décharge, donner un courant continu, *constant*, qualité des plus importantes dans un grand nombre d'applications.

L'accumulateur électrique de M. Gaston Planté présente toutes ces qualités dans une mesure que nous allons examiner. Tout le bruit qui s'est fait depuis quelque temps autour d'un perfectionnement apporté à l'appareil original par M. Camille Faure n'est pas sans donner quelque intérêt à un examen comparatif et impartial.

Nous n'avons pas à décrire ici l'accumulateur de M. Gaston Planté, bien connu de tous les physiciens; celui de M. Camille Faure a été décrit dans ce journal par M. Niaudet (t. I, page 74). Nous dirons seulement que M. Faure a cherché à augmenter la capacité de l'accumulateur de M. Planté et à supprimer le travail long et dispendieux de la formation en recouvrant les lames de plomb d'une couche de minium et en la maintenant sur les lames à l'aide de parchemin et d'une enveloppe de feutre. L'élément chargé une fois ou deux à refus est prêt à servir.

Digitized by Google

CAPACITÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

La première question qui se pose, lorsqu'on veut apprécier la valeur comparative des éléments secondaires, est celle de connaître exactement leur puissance d'emmagasinement sous un poids donné. Le poids de l'appareil joue ici un rôle essentiel comme prix d'achat et surtout comme prix de transport.

Nous avons fait, avec M. Franck Géraldy, une série d'expériences sur des éléments mis à notre disposition par M. Gaston Planté avec une obligeance à laquelle nous ne saurions trop rendre hommage. Tous nos efforts et toutes nos démarches pour obtenir un élément Faure ont échoué; la première demande a reçu une réponse évasive, les demandes suivantes sont restées sans réponse. Nous signalons seulement ici cette différence de procédés, laissant au lecteur le soin de l'apprécier. Nous ne pouvons donc, jusqu'à nouvel ordre, établir nos comparaisons entre les deux appareils qu'en prenant, d'une part, les chiffres fournis par nos expériences personnelles sur les piles Planté, et, d'autre part, les chiffres donnés par M. Émile Reynier à la Société d'encouragement et à la Société de physique.

D'après M. Reynier, 75 kilogrammes de piles Faure permettent d'emmagasiner pratiquement l'énergie correspondante à un cheval-vapeur pendant une heure; il en résulte que la pile Faure emmagasinerait 3600 kilogrammètres par kilogramme.

Les piles Faure, auxquelles se rapportent ces chiffres, pèsent de 8 à 9 kilogrammes. Nos mesures ont porté sur des piles Planté de dimensions beaucoup moindres, et par suite moins avantageuses.

Voici une série de chiffres qui se rapportent à une moyenne d'expériences faites sur l'une des piles de M. Planté :

	grammes.
Poids du plomb.	1540
Poids de l'eau acidulée et du vase en verre. . . .	1810
Poids total.	3350

La pile déchargée presque complètement, mais sans interrompre le circuit, et, par suite, sans utiliser les résidus qui auraient pu se former pendant les interruptions, a fourni sur un circuit, dont la résistance était de 0,21 ohm, une énergie totale dispo-

Digitized by Google

nible dans le circuit extérieur, de 4186 kilogrammètres, c'est-à-dire 1250 kilogrammètres par kilogramme.

Ce chiffre brut, rapproché du chiffre donné par M. Reynier, semble indiquer que la pile Faure emmagasinerait, à poids égal, 2,8 fois plus que la pile de M. Planté. Cependant, lorsqu'on compare le poids du verre et du liquide de sa pile à celui du plomb, on voit que M. Planté ne s'était jamais beaucoup préoccupé de diminuer le poids inutile, le poids *mort*, en quelque sorte, de ses éléments. M. Faure supprime le vase en verre et le remplace par un vase en plomb dont la surface intérieure devient ainsi active, disposition à laquelle M. Planté avait renoncé, après expériences, à cause des déformations que peut subir un élément ainsi constitué après quelque temps d'usage. Avec des récipients en caoutchouc durci, il est certain que le poids peut être bien diminué et le même élément ne pèserait plus alors que 2400 grammes, soit 1500 grammes pour le plomb, et 900 grammes pour le vase et le liquide. Dans ces conditions, la pile Faure pourrait emmagasiner deux fois plus que la pile Planté à poids égal, si les chiffres de M. Reynier sont exacts. Nous tenons, cependant, jusqu'à preuve contraire, ces chiffres comme suspects, et en voici la raison : M. Reynier a dit à la Société de physique que la pile Faure emmagasinait quarante fois plus que la pile Planté à poids égal, nous trouvons moins de trois fois dans les conditions les plus favorables.

Un semblable désaccord entre nos expériences directes et les chiffres donnés par M. Reynier indique assez combien des mesures comparatives et impartiales étaient nécessaires, et justifie les regrets que nous éprouvons de n'avoir pas été mis à même de faire des mesures directes sur les piles Faure.

Le diagramme ci-contre représente la variation de l'intensité du courant pendant la décharge de l'élément Planté soumis à l'expérience.

La force électromotrice de l'élément, mesurée cinq minutes après la charge, est de 2, 15 volts, sa résistance intérieure de 0,04 ohm, la résistance extérieure utile de 0,21 ohm.

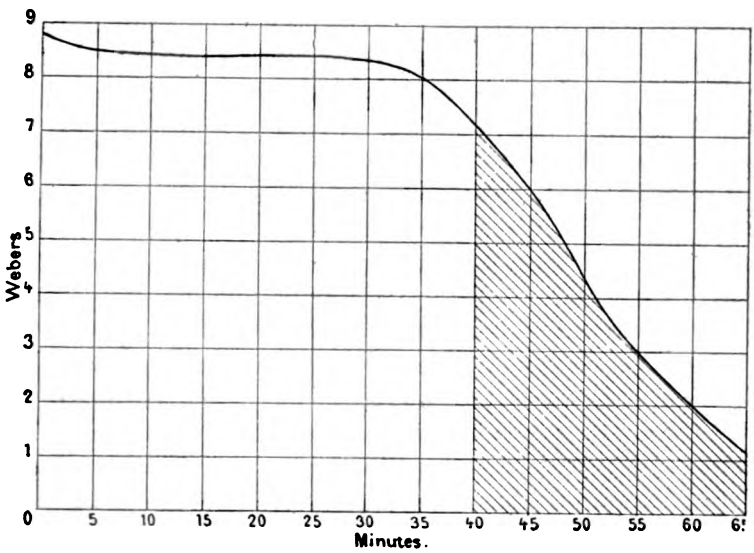
Dans ces conditions, le débit de l'élément se maintient pendant quarante minutes environ à la valeur de 1,5 kilogrammètres par seconde et baisse ensuite assez rapidement. Une heure après

Digitized by Google

le commencement de la décharge, il n'est plus que de 0,1 de kilogrammètre par seconde.

L'intensité du courant et la différence des potentiels aux bornes de la pile suivent naturellement des variations analogues.

La courbe montre que le courant reste sensiblement constant pendant la plus grande partie de la décharge, on peut utiliser



Courbe de la variation de l'intensité du courant pendant la décharge.

environ les 3/4 de l'énergie disponible, le dernier quart (indiqué par des hachures sur le diagramme) n'est débité qu'avec une intensité graduellement décroissante et par suite n'est utilisable pratiquement que dans les applications où la constance du courant n'est pas nécessaire.

Il n'y a aucune raison pour que cette réduction d'emmagasinement pratique inhérent à la pile Planté n'affecte aussi la pile Faure.

Il est intéressant de comparer la puissance d'emmagasinement des accumulateurs électriques à celle des autres accumulateurs employés actuellement dans l'industrie.

L'accumulateur le plus commun, le ressort d'acier, appliqué dans les montres et les pendules, ne peut pas (sous peine de

Digitized by Google

dépasser la limite d'élasticité, et par suite d'amener la rupture) emmagasiner plus de 30 kilogrammètres par kilogramme. L'accumulateur électrique est donc incomparablement plus léger.

L'air comprimé est, considéré isolément, un accumulateur très léger, puisqu'un kilogramme d'air à six atmosphères de pression peut développer plus de 9000 kilogrammètres, mais il est assez volumineux, même à des pressions élevées, et le poids énorme des réservoirs en tôle destinés à le contenir abaissent considérablement sa puissance d'emmagasinement et la mettent encore au-dessous de celle des accumulateurs électriques. Il n'y a donc aucune impossibilité matérielle à faire marcher des tramways et même des voitures ordinaires par l'électricité emmagasinée si l'accumulateur est suffisamment léger pour qu'on n'ait pas à remorquer un poids mort considérable.

Les expériences de M. Faure sur les tramways avec ses piles, et celles de M. Trouvé sur un tricycle ordinaire avec des piles Planté, montrent qu'il n'y a là aucune impossibilité, — sous réserve de la question économique qu'il appartient à l'expérience de trancher, — et, pour cette application, il ne paraît résulter en somme aucun avantage bien marqué d'employer des accumulateurs Faure de préférence aux accumulateurs Planté, car l'avantage qui paraît résulter du poids moindre, — avantage qui n'est pas encore absolument établi, — est largement compensé par d'autres inconvénients que nous devons signaler.

RENDEMENT DES ACCUMULATEURS

Dans un calcul présenté à l'Académie des sciences, M. Émile Reynier a cherché a établir, en s'appuyant sur des hypothèses inadmissibles, qu'une pile secondaire rendait en énergie électrique, pendant la décharge, 80 pour 100 de l'énergie dépensée pendant la charge.

Nous avons déjà fait justice de cette affirmation; il ne faut pas compter, après les transformations multiples de l'énergie mécanique de moteur, en énergie rendue par la pile, sur un rendement qui dépasse pratiquement, dans les conditions les plus favorables, 50 pour 100 du travail primitivement dépensé. Cette perte est d'ailleurs inhérente à la plupart des accumula-

Digitized by Google

teurs d'énergie; avec les ressorts, elle dépasse ce chiffre, et avec l'air comprimé on ne dépasse guère, comme rendement en travail, 20 pour 100 du travail dépensé pour la compression.

Au point de vue du rendement, les piles secondaires Planté et Faure sont sur un pied d'égalité parfaite, les actions en jeu étant identiques.

CONSERVATION, DURÉE ET CONSTANCE DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

Il résulte des expériences de M. Planté que ses éléments bien formés conservent la charge pendant un mois, deux mois et souvent même davantage. Il est bien certain qu'avec le temps, la quantité d'énergie accumulée doit tendre à disparaître. Nous manquons absolument de données sur la conservation de charge des éléments Faure. Il semble cependant qu'à cause des feuilles de parchemin et de feutre interposées entre les lames, il puisse s'établir plus facilement des contacts directs qui tendent à décharger plus rapidement le couple.

Cet emploi de substances organiques présente d'ailleurs des inconvénients au point de vue de la durée. Les premiers éléments construits par M. Planté étaient formés de deux lames de plomb séparées par de la toile. Il y a renoncé depuis parce que la toile introduisait une résistance additionnelle, s'altérait à la longue, et les lames de plomb pouvaient venir au contact l'une de l'autre et mettre les couples hors d'état de fonctionner. La question de durée, tranchée avec les piles Planté, — il y en a qui ont plus de quinze ans d'existence, — ne l'est pas encore avec les piles Faure. Les couches actives des éléments Planté, obtenues par un long et pénible tannage électro-chimique, nous paraissent présenter plus de chances de durée que les dépôts artificiels simplement appliqués et maintenus par le feutre et le parchemin des piles Faure. La constance des effets est intimement liée à cette adhérence nécessaire entre les feuilles de plomb et les substances qui les recouvrent, et il est à craindre qu'il ne soit souvent nécessaire de reconstruire et de reformer les éléments.

En somme, les perfectionnements apportés aux accumulateurs de M. Planté par M. Faure portent seulement sur deux points : la rapidité de formation des éléments et l'augmentation de puis-

Digitized by Google

sance d'emmagasinement pour un poids donné. Le premier point est acquis au prix des inconvénients que nous venons de signaler, le second demande à être confirmé par des expériences précises faites sur les piles Faure, et, en tout cas, le chiffre de *quarante* donné par M. Reynier devra être considérablement réduit et ramené à *deux* tout au plus. On voit donc qu'il y a loin du rêve à la réalité.

Nous ne pouvons terminer cet examen sans dire quelques mots des projets échafaudés sur l'accumulateur de M. Faure, associé, dans le principe, avec la pile métallurgique de M. Reynier.

Il ne s'agissait de rien moins, au début, que de fabriquer de l'électricité *pour rien*, grâce à la pile merveilleuse, et de la transporter à domicile comme le lait et le charbon. Ce projet était si audacieusement fantaisiste qu'on y a renoncé, — pour le moment du moins, — et il ne s'agit plus aujourd'hui de pile Reynier et d'électricité pour rien.

On veut bien maintenant faire des sacrifices et fabriquer l'électricité à l'aide de charbon, de machines à vapeur et de machines dynamo-électriques. C'est un progrès. Quant au transport des piles chargées à domicile, au lieu d'une distribution par fils conducteurs, cela est aussi pratique que de remplacer les distributions d'eau par une armée de porteurs d'eau, avec tonneau perfectionné, comme l'a spirituellement dit M. Franck Géraldy.

Il y a cependant des cas où ce transport de l'électricité en bouteilles est très pratique, et l'on n'a pas attendu la pile Faure pour le réaliser.

Depuis bon nombre d'années, M. Trouvé se sert, pour ses *polyscopes*, de piles Planté qu'il transporte dans tous les hôpitaux de Paris, et M. Achard les emploie aussi depuis longtemps comme accumulateurs pour son frein électrique.

Les perfectionnements introduits jusqu'ici par M. Camille Faure dans l'accumulateur de M. Gaston Planté ne nous paraissent pas de nature à justifier les réclames exagérées qui se sont faites sur la pile Faure, et, à moins de nouveaux perfectionnements, possibles certainement, probables même, mais qui ne sont pas encore réalisés, il est facile de réaliser aujourd'hui, avec l'élément Planté, toutes les applications auxquelles se prête actuellement la pile Faure.

Digitized by Google

Si M. Planté, uniquement préoccupé par ses recherches scientiques, avait dirigé ses efforts du côté industriel, l'accumulateur qui porte son nom serait aujourd'hui plus connu, mieux apprécié, ses applications plus nombreuses, et nous n'aurions pas à protester contre des spéculations hasardeuses, basées sur des affirmations exagérées de nature à jeter le discrédit sur la science électrique, et à porter atteinte au développement des applications de l'électricité.

La pile Faure en elle-même peut se résumer en quelques mots :

Beaucoup de bruit pour PRESQUE rien.

Quant au transport de l'électricité à domicile, tel que se propose de l'exploiter la Société : *La force et la lumière par l'électricité*, au prix des tarifs ridicules qui couvrent les murs de Paris, ce serait porter un jugement encore trop favorable que de conserver la phrase originale, et nous devons la modifier ainsi :

Beaucoup de bruit pour MOINS QUE rien.

E. HOSPITALIER.

LES CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES

A BERLIN ET A PARIS

En 1879, à l'Exposition industrielle de Berlin, la maison Siemens et Halske exposa un petit chemin de fer électrique qui figura ensuite avec succès à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1880.

Ce petit chemin de fer miniature, imité depuis par Edison en Amérique, était à une seule voie et permettait de remorquer dix-huit personnes placées dans trois petites voitures à six places, analogues aux petits wagons des porteurs Decauville. Un rail isolé amenait le courant dans le moteur, et les rails ordinaires, qu'il était inutile d'isoler électriquement du sol, fermaient le circuit en formant fil de retour.

Encouragés par ce premier succès, MM. Siemens et Halske proposèrent d'établir dans Berlin même une ligne aérienne portée sur des poteaux de fer placés de distance en distance. Les réclamations des locataires du premier étage sur le parcours de la ligne, et l'opposition de l'empereur empêchèrent la réalisation de ce projet.

Dans ce système les rails devaient être isolés l'un de l'autre ; l'un

Digitized by Google

d'eux servait à amener le courant, l'autre de fil de retour. C'est un système analogue mais à fleur de terre, et non plus sur une voie sur colonne, qui fonctionne aujourd'hui à Berlin et dont nous allons décrire les dispositions principales.

Cette voie électrique, — la première établie jusqu'ici à titre de service public, — a été inaugurée le 12 mai dernier et livrée au public le 16. Elle a été établie à Gross-Lichterfelde, près de Berlin; elle présente un développement de 2500 mètres et relie la gare du chemin de fer d'Anhalt à l'Institut des Cadets (École militaire). Le courant est produit par une machine dynamo-électrique de Siemens, mise en mouvement *directement* par une machine à vapeur.

La figure 1 représente l'installation de ces machines montées sur un bâti commun qui assure leur solidarité et par suite un bon fonctionnement. Ces machines, qui constituent l'usine électrique, sont placées à 500 mètres de la gare. Deux fils isolés amènent le courant de la machine sur les rails placés à 1 mètre de distance l'un de l'autre : ces rails sont en acier et placés sur des traverses en bois pour assurer leur isolement.

Le véhicule, qui est une voiture automobile, — le système exposé à Bruxelles et à Berlin se composait d'un remorqueur et de wagons traînés, — présente l'aspect extérieur d'un tramway sans impériale (fig. 2).

Le moteur, qui est une seconde machine dynamo-électrique de Siemens, est placé sous la caisse de la voiture et transmet son mouvement aux roues à l'aide de poulies et de lames d'acier au lieu de courroies.

Les roues sont isolées électriquement de l'arbre, et, à l'aide de balais disposés sur le bâti et frottant sur des bagues isolées en communication électrique avec les roues, on met la machine en communication avec le commutateur et les rails.

Cette voiture contient 20 places, 12 assises et 8 debout; elle marche en avant ou en arrière indistinctement, on n'a donc pas à retourner la voiture au bout du parcours; la manœuvre se fait par un simple commutateur placé sous la main du conducteur ainsi que le frein et le timbre à signaux à chaque extrémité de la voiture; il en résulte qu'une seule personne suffit pour percevoir le prix des places et faire fonctionner le véhicule.

La vitesse moyenne, établie par les règlements administratifs, ne peut pas dépasser 15 kilomètres par heure; la vitesse maximum, 20. Il est bien certain cependant que cette vitesse n'est pas une vitesse-limite, et que le système ne présente rien en lui-même qui l'empêche pratiquement de la dépasser beaucoup.

Digitized by Google

Les conditions toutes particulières du fonctionnement des machines électro-dynamiques, dont le rendement augmente avec la

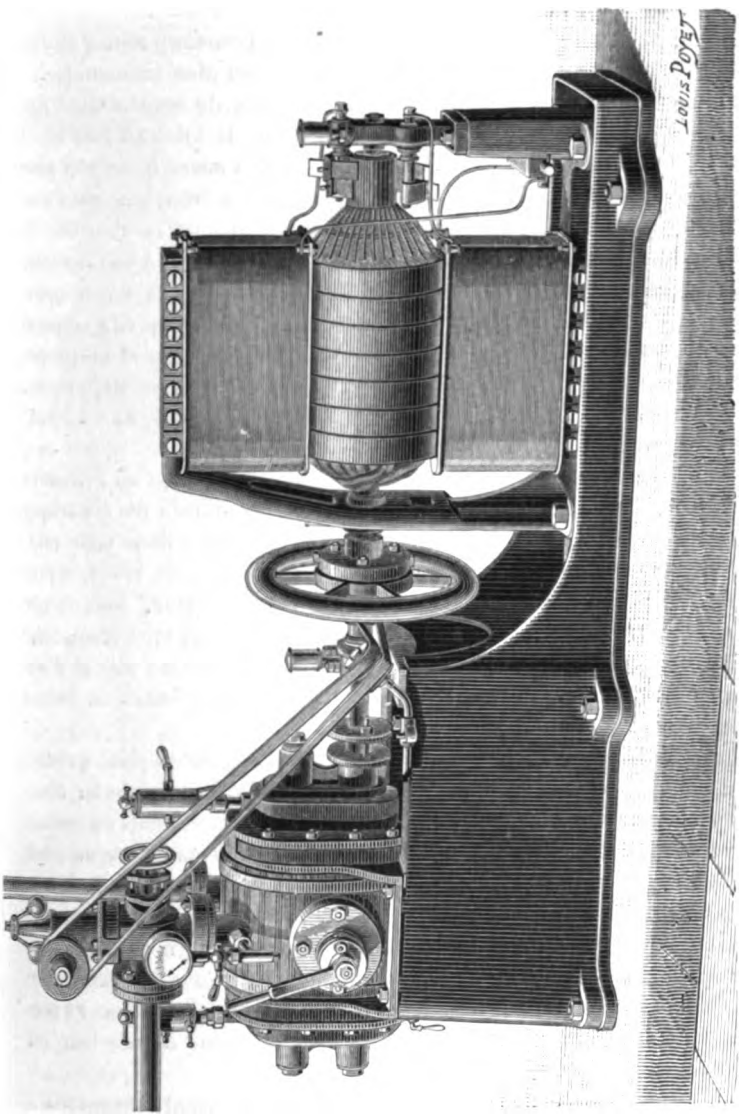


Fig. 1. — Chemin de fer électrique de Gross-Lichterfelde.
Machine motrice et générateur électrique (d'après une photographie communiquée à *La Nature* par MM. Siemens et Halske, de Berlin).

vitesse, indiquent qu'il y aurait tout intérêt à employer ces grandes vitesses

Digitized by Google

Les nombreux avantages que présentent le chemin de fer électrique peuvent se résumer ainsi :

Le moteur à vapeur est fixe, on n'a donc pas à transporter le poids mort considérable représenté par la chaudière, sa charge d'eau et ses provisions d'eau et de charbon. Le wagon devenant ainsi beaucoup moins chargé peut être construit très légèrement et d'une façon plus économique.

On se trouve alors réduire à la fois les frais de construction des voitures et de la voie, et les frais de traction; la mise en marche et l'arrêt, en vertu de cette légèreté, sont rendus aussi beaucoup plus faciles et plus rapides. D'autre part les machines fixes peuvent fonctionner à grande détente et à condensation, brûler un combustible de qualité inférieure, et par suite produire la force motrice à bon marché. Il sera possible aussi d'utiliser, dans certains pays, les forces naturelles à la traction des véhicules, et c'est l'électricité qui, à ce point de vue, présente les plus grandes facilités. On se rappelle les propositions faites, il y a deux ans environ, d'utiliser les immenses usines de force motrice hydraulique établies aux deux extrémités du Saint-Gothard pour le percement du tunnel, pour éclairer ce tunnel et y faire circuler les locomotives. Nous avons la certitude qu'on reviendra à ce beau et séduisant projet, et le succès du chemin de fer électrique de Berlin doit, il nous semble, encourager les études dans cette voie.

Pour en revenir au chemin de fer électrique dans les villes, il présente l'avantage de fonctionner sans bruit, sans vapeur, sans fumée et sans escarbilles; il peut être établi à deux voies et rien n'empêche de faire circuler plusieurs trains à la fois sur une même voie et d'alimenter par la même usine une série de voitures roulant en même temps sur une voie ou deux voies latérales.

Les machines à vapeur étant d'autant plus économiques qu'elles sont plus puissantes, si l'on établit un réseau de chemins de fer électriques, la même usine pourra alimenter tout le réseau dans un certain rayon et distribuer en même temps l'électricité dans ce rayon pour l'éclairage et la force motrice. C'est surtout en faisant l'exploitation dans de grandes proportions que l'on pourra réussir à multiplier le nombre des applications de l'électricité et à les rendre économiques. L'usine à gaz doit servir de type à l'usine électrique; la distribution de l'une ne présente pas aujourd'hui plus de difficultés que ne présentait autrefois la distribution de l'autre, le même succès leur est donc dû dans l'avenir.

En attendant que ces belles espérances se réalisent, annonçons à nos lecteurs comme une chose certaine que la première apparition d'un chemin de fer électrique à Paris aura lieu cette année à l'Exposition universelle d'électricité.

Digitized by Google

La commission financière de l'exposition est tombée d'accord avec M. Siemens pour la construction et l'exploitation de cette ligne qui

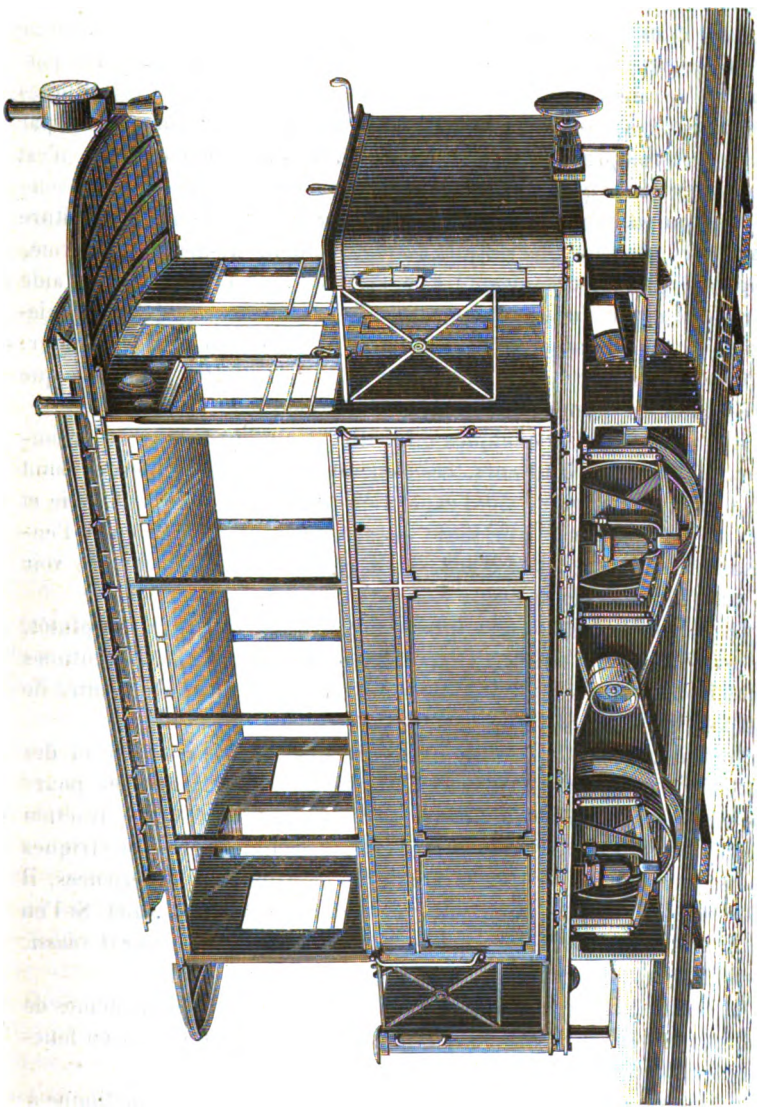


Fig. 2. — Chemin de fer électrique de Gross-Lichterfelde.
Voiture automobile à vingt places (d'après une photographie communiquée à *la Nature* par MM. Siemens et Halske, de Berlin).

partira des chevaux de Marly, à l'entrée des Champs-Élysées, et pénètrera dans l'exposition.

Digitized by Google

Ce chemin de fer circulera à ras du sol, sur une voie accessible aux piétons, c'est donc, en réalité, un *tramway* électrique qui aura l'aspect extérieur des voitures de tramways-Nord. La voie devant être au ras du sol, comme dans un tramway, et non pas isolée et en saillie comme dans le chemin de fer électrique de Gross-Lichterfelde, on ne peut songer aux rails pour amener le courant à la machine. Les passants pourraient d'autre part établir des communications métalliques entre les rails, avec une canne en fer, une tringle à rideaux, et par suite interrompre le service; le système des rails conducteurs n'est donc applicable que sur une voie fermée au public, ou bien en souterrain ou en chemin suspendu. Le courant sera amené à la voiture par un conducteur placé à une certaine hauteur au-dessus de la voie, supporté par des consoles placées de distance en distance. A l'aide d'un collecteur d'une forme spéciale, la voiture sera toujours en relation avec ce conducteur, les rails serviront seulement de fil de retour.

C'est un artifice assez ingénieux pour tourner les difficultés que présentent les tramways à traction électrique.

Il y a cependant là quelques difficultés techniques dont on triomphera facilement. D'ailleurs, ces difficultés ne se présenteront point au tramway électrique de l'exposition qui sera à une seule voie et qui ne comportera qu'une seule voiture faisant la navette entre l'enceinte du Palais et les chevaux de Marly, sans changements de voie ni croisements, etc.

Le prix du transport sera de 25 centimes par voyageur, ou plutôt, le prix du ticket d'entrée à l'exposition sera augmenté de 25 centimes quand on voudra se faire véhiculer électriquement jusqu'au centre de l'exposition.

Nous devons, pour que notre revue des chemins de fer et des tramways électriques soit complète, signaler les expériences poursuivies par MM. Philippart, Faure et Reynier pour faire de la traction électrique sur des tramways à l'aide d'accumulateurs électriques placés sur la voiture. Nous n'avons pas assisté à ces expériences, il nous est donc impossible de donner aucun détail à leur sujet. Si l'on en croit les journaux politiques, elles auraient *parfaitement réussi*. C'est tout ce que nous pouvons en dire pour le moment.

En résumé, il n'y a donc pas actuellement moins de six systèmes de traction de véhicules par l'électricité, à l'étude, en projet ou en fonction; en voici la nomenclature :

1° Petit remorqueur Siemens à rail central isolé, ayant fonctionné à l'exposition de Berlin en 1879 et à l'exposition de Bruxelles en 1880.

2° Voiture locomobile sur rail isolé et voie suspendue. Projet Siemens abandonné jusqu'à nouvel ordre.

Digitized by Google

3° Chemin de fer de Gross-Lichterfelde. Voiture automobile à rails isolés, en fonction depuis le 16 mai 1881.

4° Tramway de l'exposition de 1881. Voiture automobile, avec voie au niveau du sol et conducteur suspendu au-dessus de la voie.

5° Tramway électrique avec accumulateurs. Projet Philippart, Faure et Reynier. Voiture automobile portant avec elle sa source électrique.

6° Tricycle construit par M. Trouvé, fonctionnant à l'aide de piles secondaires de M. Gaston Planté et d'un moteur à bobine de Siemens, genre Trouvé.

Il serait prématuré de vouloir porter un jugement sur ces systèmes, et de prédire l'avenir réservé à ces projets et à ces expériences. Il n'en est pas moins certain cependant que, dans quelques années, les chemins de fer et les tramways électriques seront devenus, comme la lumière électrique, des nécessités de la civilisation. E. H.

LE BATEAU ÉLECTRIQUE DE M. G. TROUVÉ

La première expérience d'un bateau électrique remonte à l'année 1839. Elle fut affectuée sur la Néva, aux frais du gouvernement russe, par Jacobi. On sait qu'elle ne réussit qu'à moitié et l'idée fut abondonnée. Un moteur excessivement lourd alimenté par 128 piles de Grove ne fournissait qu'un travail relativement très faible. L'expérience de Jacobi vient d'être reprise dans des conditions toutes nouvelles par un de nos plus habiles constructeurs d'appareils de précision, M. Gustave Trouvé, et son petit canot électrique qui a fonctionné, pendant les derniers jours du mois de mai, sur la Seine, à hauteur du Pont-Royal, n'a pas été sans exciter une certaine curiosité qu'il est de notre devoir de satisfaire.

Le moteur électrique a été appliqué à une petite yole, *le Téléphone* — un nom déjà prédestiné — pouvant porter trois personnes, actionnée par une hélice à trois branches recevant elle-même le mouvement, à l'aide d'une chaîne à la Vaucanson, de deux moteurs électriques placés sur le gouvernail. Grâce à cette ingénieuse disposition, les transmissions sont très simplifiées, et les évolutions rendues très faciles parce qu'en tournant le gouvernail, on tourne en même temps l'axe de l'hélice dont l'action oblique concourt alors au mouvement de rotation ; la yole est ainsi très facile à diriger. Le courant électrique arrive au moteur par deux cordons métalliques souples re-

Digitized by Google

couverts de coton qui servent en même temps à manœuver le gouvernail ; des poignées fixées sur ces cordons souples sont disposées sous forme de commutateur pour interrompre et rétablir le courant électrique suivant les besoins.

Les deux moteurs sont des petites machines dynamo-électriques avec bobines de Siemens, genre Trouvé. Elles sont absolument indépendantes l'une de l'autre, agissent simultanément ou séparément, suivant la vitesse qu'on veut imprimer à l'embarcation.

Ces moteurs sont alimentés par deux piles au bichromate de potasse à grande surface, de six éléments chacune.

Dans les expériences auxquelles nous avons assisté, le bateau avec ses piles, ses moteurs et trois voyageurs pesait 350 kilogrammes. Il a remonté la Seine avec une vitesse d'un mètre par seconde et descendu le courant avec une vitesse de deux mètres, la vitesse propre du courant étant d'environ 20 centimètres. L'expérience est intéressante et l'ensemble des dispositions imaginées par M. Trouvé est des plus ingénieux.

En faut-il conclure que le système résout le problème de la navigation de plaisance? En aucune façon.

En supposant même que le moteur électrique de M. Trouvé ait un rendement satisfaisant, — ce que des expériences précises faites à l'exposition d'électricité nous apprendront bientôt, — il est bien évident que le système pèche par la base, c'est-à-dire par la source électrique. La pile au bichromate, très énergique aux premiers instants, se polarise avec une rapidité désespérante. Aussi chacune des expériences n'a-t-elle duré que quelques minutes, et les éléments ont-ils été retirés aussitôt du liquide pour faciliter la dépolarisation. Nous doutons fort qu'on puisse obtenir un fonctionnement continu et une puissance bien égale pendant plusieurs heures consécutives, sans interruption. Il n'y a donc pas lieu, jusqu'à nouvel ordre, de voir dans le bateau électrique autre chose qu'une très curieuse et très intéressante expérience, montrant une fois de plus les ressources fécondes et inépuisables de l'électricité, sans que le *sport nautique* en puisse retirer de grands avantages.

Les plus pressés peuvent déjà se servir du bateau électrique à titre de curiosité, en sacrifiant la vitesse, et à la condition de ne pas oublier une bonne paire de rames dans le canot si la promenade doit être un peu longue. Nous devons donc encourager de toutes nos forces les recherches de M. Trouvé sans cependant nous hâter de crier *victoire*.

D'ailleurs les expériences se continueront cet été au bois de Boulogne, et M. Berger fait construire, dans l'enceinte même de l'exposition d'électricité, un grand bassin de 18 mètres de diamètre dans lequel

Digitized by Google

M. Trouvé fera évoluer un petit bateau spécialement construit pour cet usage : les amateurs pourront donc suivre de près ce curieux jouet qui deviendra grand le jour où l'on aura enfin découvert une pile énergique, économique et constante, demandant peu de soins et d'entretien, c'est-à-dire le merle blanc de l'électricité.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
SYSTÈME BRUSH

Ce système, très répandu en Amérique, et qui vient de recevoir un certain nombre d'applications en Angleterre pendant ces derniers mois, comprend :

1° Une machine dynamo-électrique à courants continus et à haute tension ;

2° Des lampes différentielles qui assurent le fonctionnement de chaque appareil indépendamment des autres, et qui permettent, avec la machine du type normal de disposer *seize* lampes sur un seul circuit, et, avec le plus grand modèle construit jusqu'à ce jour, de disposer jusqu'à *quarante* foyers sur un circuit unique.

Nous allons examiner rapidement les dispositions particulières et intéressantes du système grâce auxquelles ce résultat est obtenu en résumant les articles qui ont été publiés sur ce sujet par notre excellent confrère l'*Engineering*.

LA MACHINE

La machine Brush se compose des trois parties essentielles qu'on retrouve dans toutes les machines dynamo-électriques :

1° Un anneau induit ;

2° Les électro-aimants inducteurs, disposés par paire sur chaque face de l'anneau.

3° Un commutateur de disposition spéciale.

L'anneau, dans la machine à 16 foyers, qu'on peut considérer comme le type normal, a cinquante centimètres de diamètre. Il se compose d'une couronne en fonte de section rectangulaire dont les faces sont alternativement pleines et excavées pour loger les bobines, au nombre de huit. Il n'y a donc pas continuité dans l'enroulement du fil, comme dans l'anneau de Gramme, et, à ce point de vue, l'an-

Digitized by Google

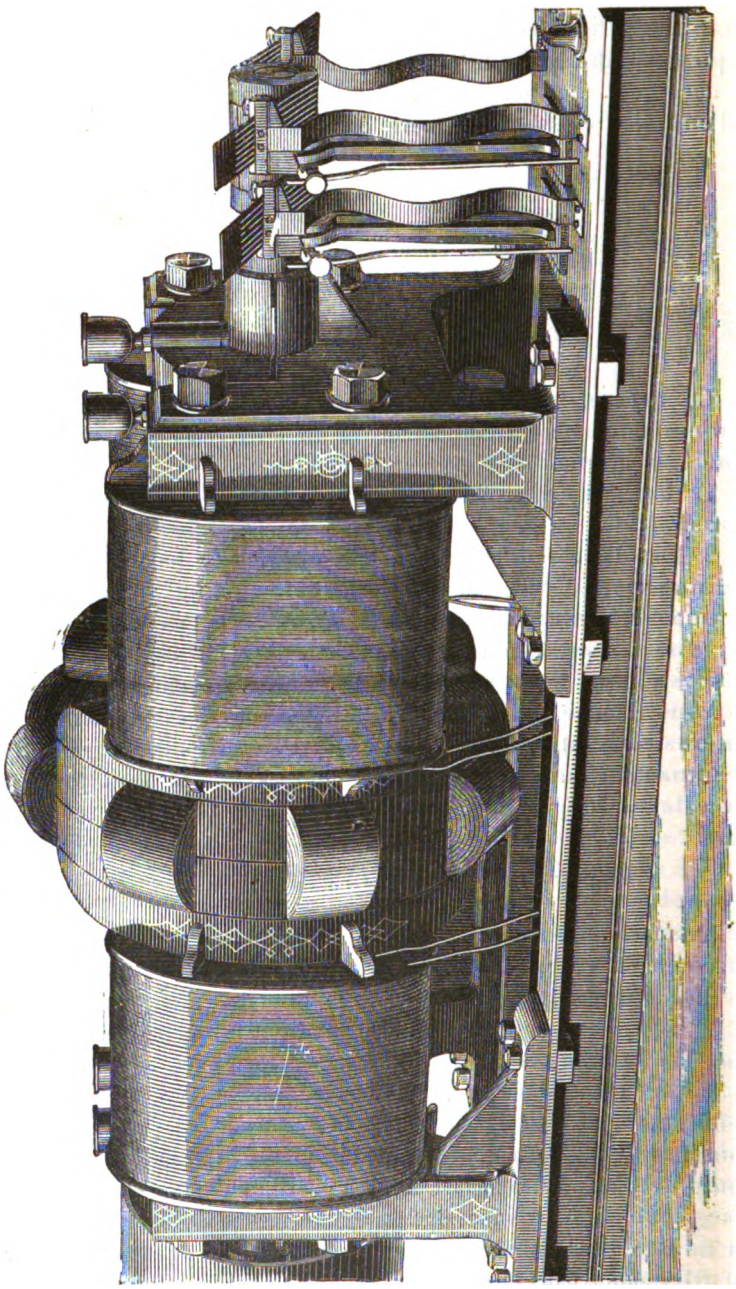


Fig. 1. — Machine dynamo-électrique Brush. Type de 16 lumières.

Digitized by Google

neau Brush se rapproche beaucoup de celui de M. de Méritens. Les parties épaisses sont creusées d'une série de cannelures concentriques profondes qui réduisent la masse de l'anneau, diminuent son poids et favorisent le refroidissement. Ces cannelures localisent aussi et isolent les courants locaux engendrés par induction dans la fonte. C'est dans le même but que la périphérie de l'anneau est aussi profondément cannelée de manière à presque diviser l'anneau. La figure 2 représente l'anneau en perspective et montre très nettement les parties alternativement planes et excavées.

La figure 3 montre sous forme de diagramme l'anneau enroulé. En donnant une forme en coin aux parties pleines de l'anneau, on a pu réserver des places rectangulaires dans les parties excavées, ce qui rend très facile l'enroulement du fil dont toutes les spires sont alors

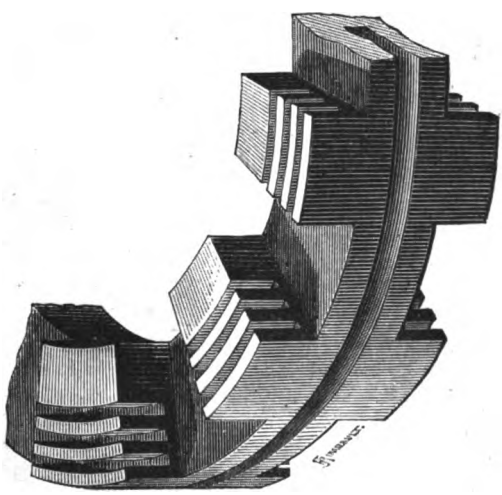


Fig. 2. — Anneau de la machine Brush.

parfaitement parallèles. Toutes les bobines sont, comme dans la machine Gramme, roulées dans le même sens. En considérant les bobines diamétralement opposées, on voit qu'elles sont groupées par paires, au nombre de quatre. Les deux bobines de chaque groupe sont reliées entre elles par les extrémités *intérieures* de chaque fil. Les extrémités *extérieures* traversent l'arbre de la machine qui est creusé à cet effet, arrivent au commutateur et lui sont fixées de la manière que nous allons indiquer.

Le commutateur fixé sur l'arbre de la machine se compose d'une série d'anneaux de cuivre ou de cylindres plats isolés les uns des autres

Digitized by Google

en nombre égal au nombre de paires de bobines de l'armature, quatre dans la machine que nous décrivons. Chaque cylindre se décompose en deux segments A et B (fig. 4) isolés de tous les autres d'un côté par un espace libre de 3 millimètres et de l'autre par une pièce de

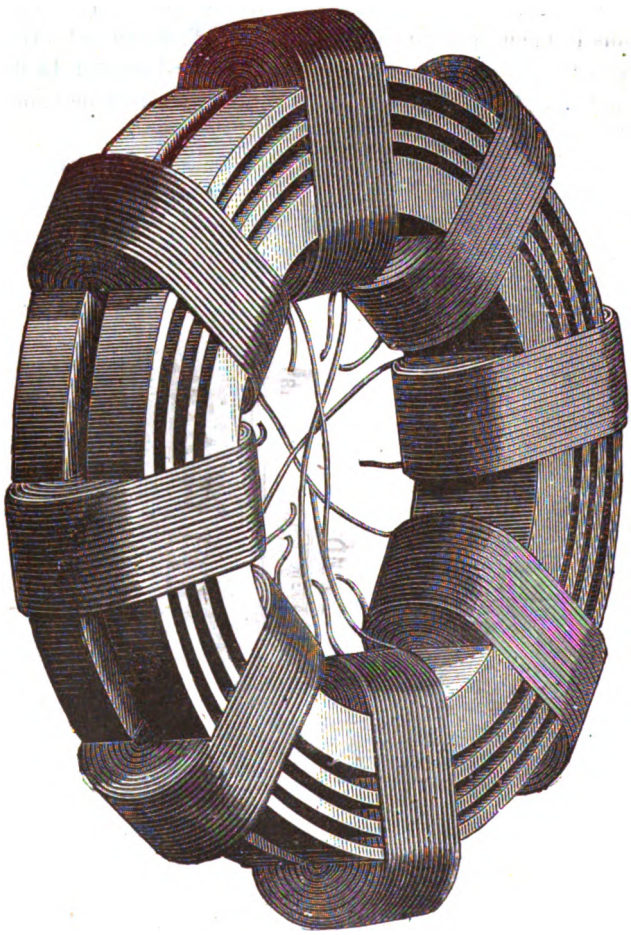


Fig. 5. — Enroulement de l'anneau de la machine Brusch.

cuivre C séparée des segments A et B par des espaces libres plus petits. S est la matière isolante.

La figure 5 montre le mode de jonction des bobines et du commutateur.

Le bout intérieur A_1 de la bobine 1 est attaché au bout intérieur

Digitized by Google

A_5 de la bobine 5, A_2 est lié à A_6, A_3 est lié à A_7, et A_4 à A_8. Les bouts extérieurs des bobines 1 et 5, 2 et 6, 3 et 7, 4 et 8, sont reliés respectivement aux segments A et B des quatre anneaux de cuivre isolés du commutateur.

Les pièces isolées C servent à retirer du circuit une paire donnée de bobines lorsque l'un des balais passe sur cette partie isolée. A cet instant, la paire de bobines ainsi isolée n'étant le siège d'aucun courant n'est pas elle même traversée par le courant produit par les trois autres paires de bobines.

Le segment isolé C a un développement d'environ 1/8 de circonférence et comme il passe une fois par tour devant les balais, au nombre de deux, il en résulte que, pour un tour complet de la machine, chaque paire de bobines se trouve en circuit ouvert pendant deux huitièmes ou un quart de tour. Mais, par suite du calage des

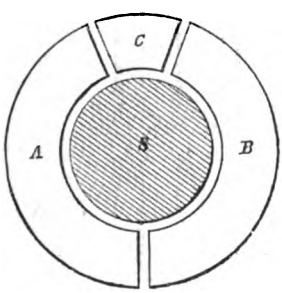


Fig. 4. — Coupe transversale d'un des segments du commutateur.

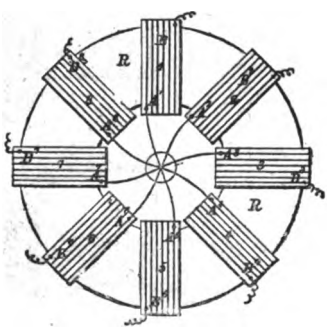


Fig. 5. — Liaison des bobines.

balais et du commutateur, l'isolement de chaque paire de bobines se produit à l'instant même où elles traversent la région neutre du champ magnétique, c'est-à-dire à l'instant où elles ne sont le siège d'aucun courant. Grâce à l'ingénieuse disposition imaginée par M. Brush, les bobines inactives et momentanément inutiles ne sont jamais dans le circuit, il en résulte que le courant produit par les autres ne les traverse pas à ce moment et qu'elles n'introduisent pas dans la machine une résistance intérieure plus nuisible qu'utile.

Voyons maintenant comment sont excités les inducteurs de la machine.

Ces inducteurs se composent de deux gros électro-aimants plats à pôles épanouis dont les bobines sont reliées toutes les quatre en tension.

L'épanouissement des pôles est tel que trois bobines de l'anneau

Digitized by Google

peuvent se trouver à la fois devant chaque pôle, il y a donc toujours une paire de bobines en dehors de leur influence directe. Cette paire est celle qui traverse à ce moment la région neutre du champ magnétique.

Le mode d'excitation employé par M. Brush est tout particulier. Chaque paire de bobines fournit un courant que les commutateurs envoient alternativement à travers les électro-aimants de l'inducteur et à travers le circuit extérieur, de telle sorte que chaque bobine, pendant un tour complet, alimente alternativement les inducteurs et les lampes.

La figure 6 montre comment ce produit cet effet. MM, M'M' sont les inducteurs dont les pôles similaires sont en regard les uns des autres sur les faces opposées des bobines de l'anneau AA'. Dans la position

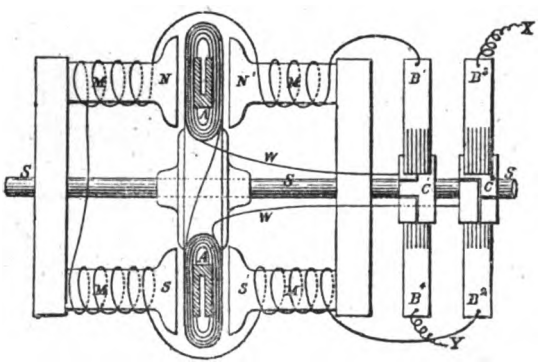


Fig. 6. — Diagramme de la machine.

indiquée par la figure, il se produit dans la paire de bobines AA' un courant induit qui, par des fils traversant l'arbre S, arrive au commutateur C^1C^2, où il est recueilli par les balais B^1, B^2 et envoyé par eux dans les bobines des inducteurs disposés en tension. En même temps les autres parties du commutateur, qui correspondent avec les autres bobines actives de l'armature, communiquent avec les balais B^3 et B^4 qui envoient le courant dans le circuit extérieur où sont placées les lampes.

Les balais sont constitués par des bandes de cuivre plates et souples de cinq centimètres de longeur, divisées en huit languettes pour qu'elles puissent bien s'appliquer sur le commutateur. Chaque balais est assez large pour frotter à la fois sur deux bagues correspondant à deux paires d'anneaux de l'armature. Il en résulte que, bien que pour chaque paire de bobines prise isolément le courant soit inter-

Digitized by Google

rompu deux fois par tour, le courant principal n'est jamais interrompu.

On peut faire varier le calage des balais pour faire coïncider les points où l'on recueille le courant avec ceux qui correspondent au calage du commutateur lui-même sur l'axe de la machine.

Lorsque la position des balais est bien déterminée, on les arrête à l'aide de vis de serrage. La machine du type de 32 lumières est identique, en principe, à celle du type de 16. Elle n'en diffère que par ses dimensions et le nombre des bobines qui est de 12, dans ce type plus puissant. Nous donnerons, dans un prochain article, avec la description des lampes, les chiffres qui se rapportent aux résistances de la machine, à sa production en énergie électrique et à sa dépense en force motrice.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 16 mai 1881.

Sur le principe de la conservation de l'électricité. Mémoire de M. G. Lippmann, présenté par M. Jamin.

Dans l'extrait publié par les *Comptes rendus*, l'auteur donne quelques exemples d'application du principe de la conservation de l'électricité exprimé par la condition d'intégrabilité :

$$\frac{dP}{dy} = \frac{dQ}{dx}\,^{1} \qquad (a)$$

Le premier exemple est le phénomène découvert par M. Boltzmann, en 1875, en étudiant le *pouvoir diélectrique des gaz;* dans le mémoire présenté à l'Académie, l'auteur applique la même analyse à plusieurs phénomènes électriques : dilatation du verre d'une bouteille de Leyde pendant la charge; électrisation par compression des cristaux hémièdres; pyro-électricité des cristaux. On trouve, entre autres résultats, l'existence et la grandeur des phénomènes suivants, que l'expérience n'a pas encore vérifiés : 1° le pouvoir diélectrique du verre augmente sous l'action d'une traction mécanique; 2° les cristaux à hémiédrie non superposable changent de forme lorsqu'on les soumet à l'influence électrique, et cette déformation est parfois de sens contraire à

[1] Voy. l'*Électricien*, n° 4, p. 204.

Digitized by Google

celle que tendent à produire les attractions électriques; 3° un cristal pyro-électrique s'échauffe ou bien se refroidit à l'approche d'un corps électrisé, suivant que ce corps est électrisé positivement ou négativement.

Les phénomènes ainsi prévus sont inverses des phénomènes desquels on les déduit. Pour établir leur existence, l'équation (*a*) est chaque fois nécessaire; le principe de la conservation de l'énergie pris tout seul ne suffirait pas. Enfin, l'on remarque que le sens du phénomène inverse peut chaque fois être défini par la règle suivante, qui est une extension de la loi donnée par Lenz pour l'induction : *Le phénomène inverse est toujours dans un sens* tel qu'il tende à s'opposer à la production *du phénomène primitif*. Le procédé de calcul que j'ai employé dans ce Mémoire, et qui consiste à traduire une loi physique par une condition d'intégrabilité, a été introduit dans la science par sir W. Thomson et par M. Kirchhof. En se rapportant à l'œuvre de ces éminents physiciens, on se convaincra, je pense, que le principe de la conservation de l'électricité est pour l'électricité ce que le principe de Carnot est pour la chaleur.

Sur un mode de représentation graphique des phénomènes mis en jeu dans les machines dynamo-électriques. Note de M. Marcel Deprez.

En étudiant les machines dynamo-électriques, l'auteur a été amené à trouver un procédé graphique très simple qui permet de calculer immédiatement la valeur du courant engendré par une machine dynamo-électrique dans toutes les conditions possibles de vitesse de l'anneau et de résistance du circuit extérieur.

« Ce procédé repose sur la construction d'une courbe expérimentale qui varie d'une machine à l'autre et que j'appelle *la caractéristique de la machine*.

Pour la construire, on supprime toute espèce de communication entre l'anneau et les électro-aimants excitateurs et on lance dans ces derniers un courant connu, emprunté à une source étrangère, puis on imprime à l'anneau une vitesse de rotation arbitraire, mais qui doit être la même dans toutes les expériences. On mesure alors par un des procédés connus la différence de potentiel qui existe entre les deux extrémités du circuit induit, qui est d'ailleurs rompu.

Si l'on fait varier l'intensité du courant auxiliaire lancé autour des électro-aimants excitateurs, la différence de potentiel des extrémités du circuit induit éprouvera des variations correspondantes, et, en pre-

Digitized by Google

nant les intensités du courant auxiliaire comme abscisses d'une courbe et les différences de potentiel des extrémités de l'induit comme ordonnées, on obtiendra la courbe que j'appelle *caractéristique*.

Avant de faire connaître l'usage de cette courbe, je rappellerai que dans la machine Gramme, ainsi que dans les machines similaires, la différence de potentiel des extrémités de l'induit est proportionnelle à la vitesse de rotation.

Si l'on rétablit la liaison qui avait été rompue entre l'anneau et les électro-aimants excitateurs, et si l'on ferme le circuit par un fil de résistance quelconque, en ayant soin de supprimer, bien entendu, le courant auxiliaire, la courbe va permettre de déterminer immédiatement l'intensité du courant engendré si l'on connaît la résistance totale du circuit. En effet, si l'on désigne par I l'intensité du courant, par E la différence de potentiel entre les deux extrémités de l'induit à circuit ouvert lorsque la vitesse angulaire est égale à l'unité, par R la résistance totale du circuit comprenant l'anneau, les électro-aimants inducteurs et le circuit extérieur, par ω la vitesse angulaire de l'anneau, on a :

$$I = \frac{\omega E}{R}, \text{ d'où : } \frac{I}{E} = \frac{\omega}{R}$$

Or $\frac{I}{E}$ n'est autre que le coefficient d'inclinaison d'une droite passant par l'origine et par le point dont les coordonnées sont I et E, et comme ce coefficient doit être égal à $\frac{\omega}{R}$, on en conclut la construction suivante :

La caractéristique ayant été déterminée ainsi que cela a été indiqué, il suffit, pour connaître l'intensité du courant engendré dans des circonstances quelconques, de mener par l'origine une droite dont le coefficient d'inclinaison soit proportionnel à $\frac{\omega}{R}$; l'intersection de cette droite avec la courbe caractéristique aura pour abscisse l'intensité du courant cherché et pour ordonnée la force électromotrice génératrice de ce courant. Si l'on veut savoir à quelle dépense d'énergie correspond ce courant, il suffit de remarquer qu'elle a pour expression EI. On peut, pour la déterminer immédiatement, construire une seconde courbe ayant pour abscisse I et pour ordonnée EI. »

Séance du 23 mai 1881.

Les *Comptes rendus* donnent la traduction du Mémoire de M. Graham Bell sur la production du son par l'énergie radiante et les

Digitized by Google

communications de M. Mercadier sur la radiophonie et un thermophone reproduisant la voix. Nous renvoyons le lecteur à notre dernier numéro, dans lequel M. Mercadier a décrit lui-même ses travaux et où nous avons résumé le Mémoire de M. Graham Bell.

Modification de l'interruption de Neef pour la bobine de Ruhmkorff. Note de M. E. Ducretet.

« Dans la modification que j'ai réalisée, le ressort vibrant est rendu fixe; pour cela, cette lame vibrante est allongée et ses deux extrémités sont fixées par deux équerres ou colonnes; au milieu de la longueur de cette lame se trouve la petite masse de fer doux qui sera attirée par le faisceau de fils de fer de la bobine. La vis qui fixe la petite masse de fer doux est platinée, et en regard se trouve la tige filetée qui sert à produire les interruptions du courant dans le circuit inducteur de la bobine. Un ressort antagoniste à réglage variable donne la tension convenable.

L'interrupteur de Neef ainsi disposé, donne des vibrations très rapides et, par conséquent, un nombre considérable d'interruptions du courant dans un temps très court. L'étincelle est modifiée, elle devient continue, plus puissante et plus chaude.

Cette disposition nouvelle peut s'appliquer à toutes les bobines de Ruhmkorff ayant un interrupteur de Neef.

L'interrupteur rapide de la sirène Froment peut aussi être employé; son ressort antagoniste est également à réglage variable. Toutefois, l'interrupteur de Neef modifié est préférable.

Cette bobine a été disposée spécialement pour la démonstration, sur les conseils de M. d'Almeida.

Le condensateur de M. Fizeau est mobile, ce qui permet de mettre son action en évidence.

Le faisceau de fils de fer et le fil inducteur sont également mobiles. »

FAITS DIVERS

Projet d'aérostat électrique. — On se rappelle les belles expériences de direction aérienne qui ont été exécutées en 1852 et en 1855 par M. Henry Giffard, dans des aérostats allongés munis d'une hélice actionnée par une machine à vapeur; M. Dupuy de Lôme a entrepris en 1872, une expérience du même genre dans un aérostat allongé, dans la nacelle duquel plusieurs hommes faisaient mouvoir une hélice de grande dimension. Lors de ces tentatives mémorables, on a obtenu sinon une direction absolue, du moins

Digitized by Google

une déviation de la ligne du vent. M. Gaston Tissandier construit actuellement sur le même principe un modèle d'aérostat dirigeable, qui sera pourvu d'un moteur électrique.

M. G. Tissandier, dans un brevet qu'il vient de prendre à ce sujet, expose les idées qu'il va mettre à exécution. Il fait remarquer que le moteur électrique offre au point de vue aérostatique de grands avantages sur la machine à vapeur. Ces avantages sont les suivants :

1° Le moteur électrique a un poids constant, ce qui ne trouble en rien les conditions d'équilibre de l'aérostat dans l'atmosphère. Un moteur à vapeur brûle du charbon, abandonne à l'air de la vapeur d'eau, les produits de la combustion, et perd constamment de son poids. L'aérostat se trouve ainsi sans cesse délesté; pour éviter l'ascension qui résulte de ce délestage, il faudrait constamment perdre du gaz. Rien de semblable ne se produit avec un moteur électrique.

2° Le moteur électrique fonctionne sans feu, ce qui offre une grande sécurité quand il fonctionne sous un aérostat rempli de gaz combustible. Il y a bien une étincelle dans le moteur électrique, mais cette étincelle est localisée et ne saurait être comparée à un foyer d'où s'échappent des étincelles. L'étincelle électrique peut d'ailleurs être enveloppée d'une toile métallique qui rend impossible l'inflammation du gaz extérieur à son contact.

3° Le moteur électrique présente une grande facilité de mise en marche, d'arrêt, une grande simplicité d'organes ; il offre en outre un grand avantage pour la transmission de la force qui peut se faire directement.

L'aérostat dont M. Gaston Tissandier fait construire actuellement un premier modèle en petit, aura pour moteur une machine dynamo-électrique ou magnéto-électrique très légère, dont les pièces métalliques seront creuses. M. G. Trouvé a bien voulu se charger de cette construction délicate. La source de force motrice sera un accumulateur électrique comme par exemple la pile, système Planté, construite spécialement pour présenter une grande légèreté, elle sera contenue dans des vases d'ébonite, ou des récipients de parchemin, contenant des feuilles de plomb très minces.

Il paraît évident que, dans ces conditions, on pourra disposer d'une force relativement considérable, pendant un temps assurément assez court, mais cependant d'une durée suffisante pour exécuter une expérience démonstrative au milieu d'un air calme. Si le petit modèle qui se construit actuellement donne les résultats espérés, on le verra fonctionner à l'Exposition d'électricité. Quoi qu'il en soit, les expériences que M. Gaston Tissandier va entreprendre offriront assurément beaucoup d'intérêt, au point de vue des moteurs légers et de l'aéronautique ; elles deviendront peut-être le point de départ de tentatives plus importantes.

—

M. Rafael Roig y Torres, le savant directeur de la *Cronica cientifica* vient d'être désigné par la députation provinciale de Barcelone pour la représenter au Congrès des électriciens en septembre prochain. C'est le premier délégué nommé jusqu'ici par l'Espagne, et nous croyons qu'elle ne pouvait faire un meilleur choix.

Digitized by Google

La *Cronica cientifica*, de Barcelone, nous informe que la dernière exposition de peinture de l'Athénée Barcelonais a été éclairée à la lumière électrique à l'aide de lampes Siemens et de machines Gramme (?). On étudie aussi l'éclairage électrique du port et celui de la salle et de la scène du grand théâtre du Lycée de la même ville. Le gaz n'a qu'à bien se tenir en Catalogne.

—

Ne quittons pas l'Espagne sans annoncer qu'il vient de se constituer depuis peu, grâce à l'initiative de MM. Thomas, J. Dalmau, une Société espagnole d'électricité. Cette Société se propose d'établir une usine centrale de la force de deux cents chevaux qui distribuera l'électricité pour l'éclairage et la force motrice dans un certain rayon tout autour de l'usine, elle fabriquera des machines, des lampes, des téléphones, et enfin installera un service public téléphonique. Nous souhaitons vivement que ces beaux projets ne restent pas lettre morte ou... châteaux en Espagne.

—

Galvanisation spontanée d'un piston de machine à vapeur. — M. P. Paul, ingénieur, nous signale un curieux accident arrivé pendant le courant de 1880, dans les ateliers de chaudronnerie de M. Fleury à Cette (Hérault). L'eau d'alimentation du générateur de l'usine donnant de fortes incrustations, on conseilla à M. Fleury, de mettre dans la chaudière des *fragments de zinc*, dont la propriété désincrustante est connue. Au bout de quelques jours, et en dépit du graissage, le moteur actionné à l'aide de la vapeur provenant de la chaudière, éprouva des difficultés de fonctionnement. Le piston en fonte grippait fortement; quelques jours passés encore et la marche de la machine devint presque impossible, on dut démonter le corps de pompe, et le piston fut trouvé recouvert d'une épaisse couche de cuivre adhérente; on le mit sur le tour, et, en certains points ovalisés ou grippés par l'usage, la couche métallique était si forte que le tournage avait lieu en plein cuivre.

L'explication que donne de ce fait M. Fleury est facile. La chaudière était reliée à la machine par des tuyaux en cuivre. Les parcelles de zinc entraînées par la vapeur constituaient donc avec le métal des tuyaux une infinité de petits couples galvaniques : de là le transport du cuivre par la tuyauterie jusque sur le piston qui l'attirait principalement, tant à cause de son mouvement continuel exerçant une attraction de masse sur les molécules, qu'à cause de l'échauffement produit qui facilitait leur fixation.

Il semble résulter de cette sorte d'expérience que la température de 154 à 150 degrés correspondant à la pression du régime de 4 à 5 atmosphères, était particulièrement favorable à la production du phénomène. Les propriétés éminemment électriques de la vapeur qui se détend devraient aussi, d'ailleurs, aider à son développement. (Génie civil.)

Le gérant : G. MASSON

3499. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

NOUVELLES RECHERCHES DE M. HUGHES

SUR LES ACTIONS MAGNÉTIQUES

M. Hughes vient de présenter à la Société royale de Londres plusieurs mémoires sur les relations qui existent entre le magnétisme et les variations moléculaires des corps, notamment du fer et de l'acier, et il est arrivé à admettre l'existence d'un magnétisme moléculaire, produisant des effets particuliers qu'il a étudiés de diverses façons et notamment à l'aide de la balance d'induction qu'il a décrite antérieurement et qu'il a modifiée pour ces nouvelles recherches. Nous nous proposons de faire connaître, en les résumant, aux lecteurs de l'*Électricien*, les résultats auxquels M. Hughes est parvenu; sans nous astreindre à une traduction littérale, nous suivrons l'ordre des divers mémoires présentés successivement.

I. — Induction électro-magnétique moléculaire[1]

L'étude de divers métaux faite à l'aide de la balance d'induction, qui est un appareil extrêmement sensible aux variations moléculaires, montra à M. Hughes que le fer et l'acier présentent une particularité qui les distinguent des autres métaux et que leurs propriétés magnétiques ne peuvent expliquer, particularité qu'il chercha à étudier et à définir dans ses effets et dans ses causes. Pour atteindre ce résultat il dut modifier quelque peu sa balance d'induction; voici la disposition qu'il adopta :

L'appareil comprend essentiellement une tige de fer reposant sur deux appuis distants de 20 centimètres; une extrémité est maintenue absolument fixe; l'autre ne fait que reposer sur son support et peut être tordue d'un angle qu'indique un index se mouvant sur un cercle gradué.

Une bobine d'un diamètre extérieur de $5^{cm},5$, présentant au centre un espace vide de $3^{cm},5$ de diamètre et d'une largeur de 2 centimètres, est traversée par la tige dont nous venons de parler, qui occupe l'axe; cette bobine est portée par un bâti qui lui permet de se déplacer dans toute la longueur (20 centimètres)

[1] Société royale de Londres, 7 mars 1881.

Digitized by Google

de la tige de fer et de tourner d'un angle plus ou moins considérable par rapport à sa direction; la bobine doit être construite en bois pour éviter toutes les perturbations autant que possible.

On fait usage également d'un *sonomètre* formé de bobines compensatrices destinées à annuler les effets d'induction produits dans le reste de l'appareil. Dans ces expériences le sonomètre est constitué par deux bobines de dimensions différentes, dont la plus petite, placée à l'intérieur de la plus grande, peut tourner autour d'un diamètre de celle-ci; un index porté par cette bobine mobile fait connaître la position relative de ces bobines, dont les plans peuvent faire tous les angles possibles depuis la perpendicularité jusqu'au parallélisme; un courant interrompu passant dans l'une de ces bobines ne donnera naissance à aucun courant d'induction dans l'autre si les plans sont perpendiculaires; il y aura action inductrice, au contraire, si les bobines font un angle autre que 90 degrés, et cette action croîtra jusqu'à la position pour laquelle les bobines seront parallèles. Ajoutons que la bobine intérieure est en communication avec la tige de fer centrale, et la bobine compensatrice extérieure avec la bobine mobile le long de cette tige.

Ajoutons qu'il faut faire usage d'une pile (M. Hughes employait quatre éléments au bichromate ou huit Daniell) et d'un rhéotome constitué par un mouvement d'horlogerie, dont une roue mue d'un mouvement rapide produit par ses dents de régulières interruptions de courant.

Les diverses pièces que nous venons d'indiquer peuvent être groupées de diverses manières; mais, en laissant de côté quelques dispositions particulières employées par M. Hughes dans des cas spéciaux, on a généralement deux circuits: l'un comprenant la pile, le rhéotome, la bobine mobile et la bobine compensatrice extérieure; l'autre, dans lequel se trouvent la tige de fer en expérience, la bobine compensatrice intérieure et le téléphone. Dans certains cas, la disposition est inverse, et le téléphone est dans le circuit qui contient la bobine mobile, tandis que la pile et le rhéotome sont dans un même circuit avec la tige de fer en expérience.

Les chiffres donnés par M. Hughes se rapportent aux degrés du sonomètre (bobines compensatrices) et n'expriment que des

Digitized by Google

rapports; M. Hughes indique cependant que 50 degrés du sonomètre correspondent à une force électromotrice égale à 0,1 d'un élément Daniell.

Nous renvoyons au mémoire original de M. Hughes pour l'indication des faits cités antérieurement et qui lui paraissent se rattacher à la question qu'il étudie et que nous devons préciser tout d'abord.

Le magnétisme existant dans un barreau aimanté et qui, comme Faraday l'a montré en 1832, donne naissance à un courant induit dans un fil voisin toutes les fois qu'il y a un changement dans la position relative ou dans l'intensité magnétique, n'a aucune action inductrice sur le barreau lui-même dans aucun cas; il agit, pour ainsi dire, par sa masse entière; M. Hughes l'appelle magnétisme *molaire*. Il admet l'existence d'un magnétisme *moléculaire* qui, contrairement au magnétisme molaire, ne produit que peu ou point d'effet pour donner naissance à une aimantation ou à un courant induit dans le voisinage, mais est susceptible d'agir sur le magnétisme molaire, produisant un courant induit énergique (relativement aux longueurs en expérience) dans un circuit dont il forme une partie. Comme nous le verrons, les deux effets peuvent quelquefois se trouver réunis et il y a alors quelques difficultés à les séparer; mais on peut y parvenir à l'aide des dispositions que nous avons décrites.

Il s'agit de mettre en évidence les effets dont nous venons de parler d'une part et de prouver, d'autre part, qu'ils sont développés dans une tige par toute déformation autre qu'un simple allongement et tant que l'on n'a pas dépassé la limite d'élasticité. Si, par la torsion, on dépassait cette limite, on disjoindrait les fibres, pour ainsi dire, et les effets que l'on pourrait observer seraient dus seulement à la réaction de l'élasticité subsistant dans le corps malgré cette rupture.

La tige de fer placée dans l'axe de la bobine mobile ayant 20 centimètres de longueur et 1 millimètre de diamètre, si la bobine lui est perpendiculaire, les bobines compensatrices étant au zéro, c'est-à-dire rectangulaires entre elles, il n'y a aucune action inductrice, et l'oreille placée au téléphone n'entend aucun son lorsque le courant, régulièrement interrompu par le rhéotome, vient à traverser la bobine inductrice mobile; mais si nous fai-

Digitized by Google

sons tourner le bout libre de la tige de fer, même faiblement, de 1/18 de tour, soit 20 degrés, on entend un son net et assez fort; et, bien que la spirale produite par cette torsion pour chaque fibre sur une longueur de 20 centimètres soit très allongée, l'effet est aussi intense que si, opérant avec une tige non soumise à aucun effort, on eût tourné la bobine inductrice de 40 degrés. Le courant que l'on obtient dans ce dernier cas est le courant induit proprement dit, courant induit de premier ordre (secondary) et on l'observerait d'une façon analogue, quelle que fût la nature de la tige employée; mais les courants observés par la torsion ne se produiront que dans le cas d'une tige de fer et, de plus, ce sont des courants induits de second ordre (tertiary); les courants de la bobine inductrice agissent sur les molécules extérieures qui, étant soumises à un plus grand effort que les molécules centrales, sont déplacées par rapport à celles-ci et peuvent à leur tour agir par induction comme le feraient des aimants séparés sur un circuit adjacent.

Le sonomètre qui permet de déterminer la direction du courant (car on peut savoir le sens du courant qui traverse la bobine compensatrice induite) et qui permet d'effectuer des mesures en déterminant la position qu'il doit avoir pour annuler le son produit et observé au téléphone, donne aussi le moyen de discerner si les courants produits sont des courants induits du premier (secondary) ou de second (tertiary) ordre. Si le courant induit produit est de premier ordre, sa période concorde avec celle de la bobine compensatrice qui est produite dans les mêmes conditions et on peut annuler l'un des courants par l'autre en les opposant, et arriver à détruire le son produit au téléphone; mais si le courant induit qui traverse la tige et le téléphone est de second ordre, il ne peut, dans aucun cas, être annulé complètement par des courants induits de la bobine compensatrice qui, étant de premier ordre, n'ont pas la même période.

Il y a d'ailleurs une contre-épreuve qu'il est possible de réaliser, en employant un second système de bobines compensatrices joint au premier et qui par l'action du courant de premier ordre donnera des courants de second ordre; on pourra, si l'on est dans des conditions convenables, annuler le son dans le téléphone en opposant ces courants de second ordre à ceux qui étaient produits

Digitized by Google

dans la verge et qui, par suite se trouvaient être aussi de second ordre.

Il importe de remarquer que, dans l'expérience fondamentale précédemment décrite, ce n'est pas l'existence même du fait de la torsion qui produit les effets observés, mais l'existence de l'élasticité développée par la torsion. En effet, par exemple, une tige qui, pour une torsion de 20 degrés à droite, avait donné un courant positif évalué à 50 degrés du sonomètre, lorsqu'elle eut été tordue de plusieurs tours de manière à conserver une torsion permanente, le courant observé ne représentait plus que 10 degrés du sonomètre et il était négatif, car pour l'annuler il fallait ajouter une torsion élastique, non en sens contraire, mais dans le même sens que la précédente; de telle sorte, qu'il faut admettre que la torsion permanente totale a donné naissance à une torsion élastique opposée. Si l'on pousse trop loin la torsion permanente produite, les fibres se disjoignent, pour ainsi dire, et l'action diminue notablement.

Si l'on remplace la tige de fer par une tige de cuivre ou d'un autre métal non magnétique, on n'observe le développement d'aucun courant dans le cas d'une torsion élastique et on n'obtient de courant que si le fil est contourné en spirale. Dans ce cas, d'ailleurs, les courants produits sont toujours de premier ordre et non de second ordre, et un fil de fer dans les mêmes conditions produit les mêmes effets.

Il n'est pas nécessaire d'employer une tige cylindrique de fer; et l'on obtient des courants plus puissants même par des barres, des rubans ou des plaques de fer.

Les effets observés pour le fer se maintiennent constants, quelle que soit la durée de l'action, et l'on a pu observer un courant de même intensité pour une barre que l'on maintint tordue pendant plusieurs jours, la torsion produite n'ayant pas dépassé la limite d'élasticité, bien entendu.

Les courants de second ordre produits dans le fer par une torsion élastique dépendent de l'état du fer. M. Hughes indique les valeurs suivantes en degrés du sonomètre : fer doux, 60 degrés; fer forgé dur, 50 degrés; acier doux, 45 degrés; acier trempé dur, 10 degrés.

Ces courants varient avec le diamètre de la tige et dans le

Digitized by Google

même sens; le maximum d'action est produit dans le voisinage de la limite d'élasticité ou à ce point même, et au delà le courant décroît (parce qu'il se produit une déformation permanente; pour une tige de 20 centimètres de longueur et 1 millimètre de diamètre cette limite, sorte de point critique, était de 20 degrés de torsion pour le fer dur et de 45 pour l'acier dur).

Une traction longitudinale quelconque ne donne naissance à aucun courant; mais si l'on vient à tordre, même légèrement, une tige qui est soumise à une traction, on a un effet intense; il est du reste difficile de produire une traction qui ne soit pas en même temps accompagnée d'une torsion.

On arrive à un effet intéressant de la manière suivante : une lame de fer est repliée avant d'être introduite dans l'axe de la bobine, ou, mieux, on place deux barres de fer parallèles reliées électriquement par un conducteur métallique à l'extrémité fixe et faisant ainsi ensemble partie du circuit. En communiquant une torsion à l'une des barres on entend un son dans le téléphone, mais le son s'éteint si l'on tourne l'autre barre du même angle et dans le même sens, tandis que, au contraire, on a un son plus intense, double d'après l'évaluation sonométrique, si l'on a tordu la seconde barre en sens contraire de la première. Dans ce cas, les deux tiges sont aimantées de la même façon, au point de vue du magnétisme molaire, et les actions inductrices devraient s'annuler dans tous les cas. En multipliant le nombre des tiges parallèles on augmente l'action proportionnellement, et avec vingt tiges semblables M. Hughes a pu obtenir une force électromotrice de 2 volts.

Si l'on emploie une lame de cuivre associée à une lame de fer, la torsion de cette dernière produit bien l'effet déjà signalé, mais la torsion de la tige de cuivre ne produit aucune action, ni dans un sens, ni dans l'autre.

Nous avons dit que si l'on a communiqué à une tige une torsion permanente, bien qu'il n'y ait plus d'action extérieure, le téléphone fera entendre un son qui correspond à un effet élastique interne, pour ainsi dire.

L'appareil est tellement sensible à cet égard, que M. Hughes pense qu'on pourrait l'employer à étudier la constitution molé-

Digitized by Google

culaire de grosses pièces de fer et s'assurer qu'il n'y a pas d'effort interne.

Il est important de signaler que l'action exercée sur la tige de fer par un aimant puissant placé dans le voisinage, action qui aimante fortement la tige, ne produit aucun effet au point de vue qui nous occupe, quelle que soit la direction de l'aimantation communiquée à la tige ou à la plaque placée dans la bobine inductrice.

La chaleur paraît avoir un grand effet sur des phénomènes de magnétisme moléculaire : elle augmente le courant produit dans le fer et diminue celui qui se manifeste dans l'acier; M. Hughes s'est d'ailleurs assuré qu'il ne s'agit pas dans ce cas de courants thermo-électriques, car, sans rien changer à la température, le courant disparaît avec la torsion si celle-ci n'a pas dépassé 10 degrés.

Tels sont en résumé les principaux faits que M. Hughes a signalés dans ce premier mémoire, faits qu'il a vérifiés en changeant les conditions des expériences. M. Hughes n'en donne pas d'explication théorique complète ; cependant il indique que ces faits lui paraissent s'accorder avec la théorie d'Ampère et avec l'hypothèse de Poisson que la section des molécules de fer peut par la compression passer de la forme circulaire à la forme elliptique et qu'elles soient dès lors susceptibles de s'orienter.

C. M. Gariel.

(*A suivre*).

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE PAR INCANDESCENCE

SYSTÈME MAXIM

Parmi les nombreux systèmes d'éclairage électrique par incandescence inventés en Amérique depuis quelques années, le système Maxim est le premier qui ait fait son apparition en Europe. Il a été présenté au public anglais pour la première fois à Londres, le 27 mai dernier, par M. de Kabath, de New-York, et cette démonstration publique, dont le succès a été très grand, a prouvé que le système Maxim résolvait d'une façon complète le problème de l'éclairage domestique.

Digitized by Google

Le bâtiment éclairé par ce système se compose de deux corps de logis ayant l'un quatre, l'autre six étages, entièrement illuminés *à giorno*, de la cave au grenier, par 125 foyers à incandescence.

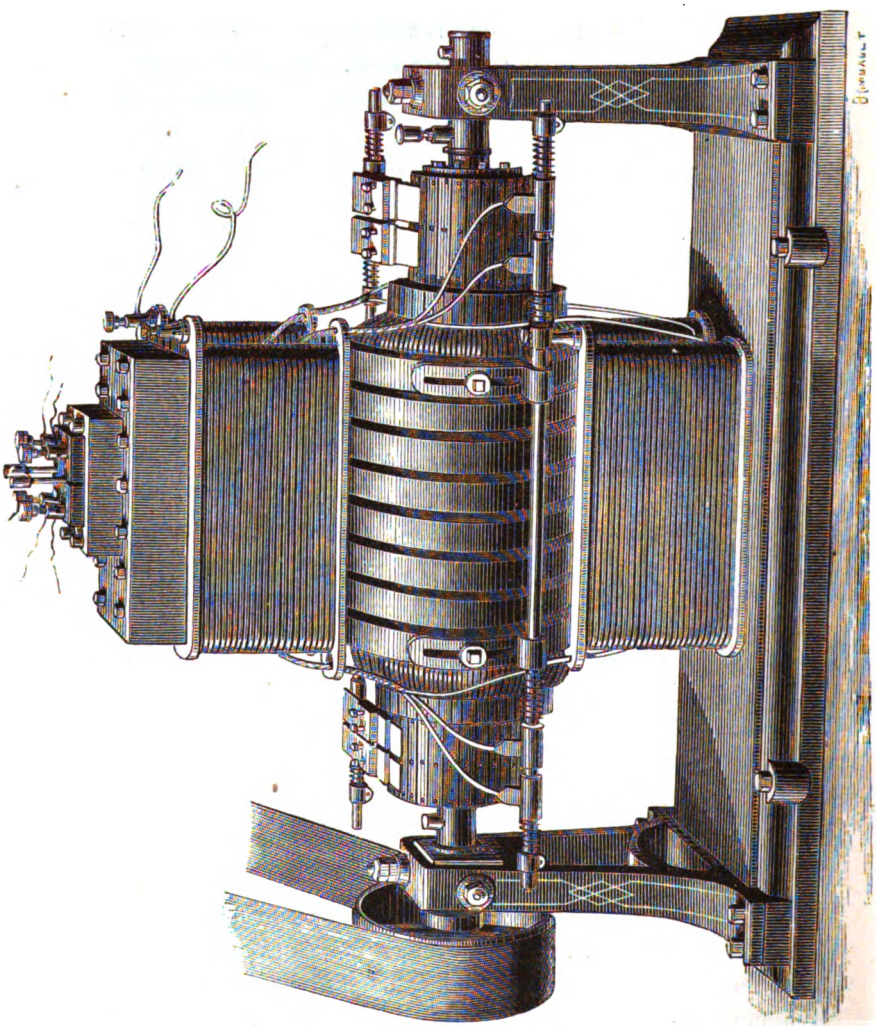


Fig. 1. — Machine dynamo-électrique, système Maxim.

Le moteur employé était une machine Ransomes de la force nominale de 20 chevaux, exactement semblable à celle qui fonctionne depuis deux ans et demi pour l'éclairage des quais de la Tamise.

Digitized by Google

Trois machines dynamo-électriques du système Maxim étaient conduites au moyen de poulies placées sur l'arbre du moteur, et

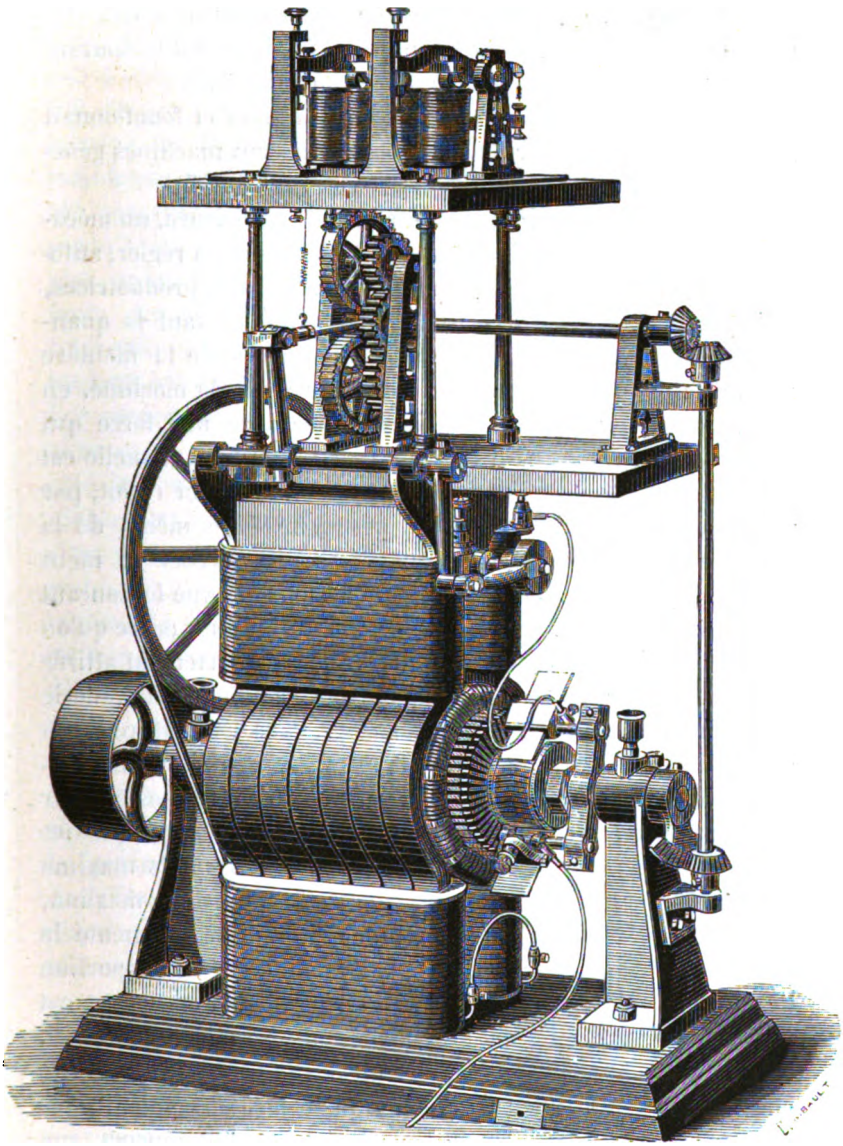


Fig. 2. — Machine excitatrice et régulateur.

de courroies actionnant directement les machines, sans trans-

Digitized by Google

mission intermédiaire. L'une de ces trois machines, la plus petite, était employée comme excitatrice et régulateur de courant des deux autres. Les deux autres, de dimensions plus considérables, étaient groupées en quantité et produisaient le courant nécessaire au maintien des 125 foyers incandescents.

L'excitatrice tournait à 800 tours par minute et fonctionnait sur un circuit formé par les inducteurs des deux machines génératrices et celui de la machine excitatrice (fig. 2 et 3).

La machine excitatrice porte, à sa partie supérieure, un mécanisme extrêmement ingénieux et sensible, destiné à régler, automatiquement, le courant fourni par les machines productrices, suivant les besoins de l'éclairage, c'est-à-dire suivant la quantité de foyers allumés. Ce résultat est obtenu de la manière suivante : un électro-aimant à fil fin placé sur la machine, en déviation sur le courant principal, attire avec une force qui varie avec la puissance du courant une armature à laquelle est suspendu un cliquet à deux dents opposées et lequel reçoit, par une transmission intermédiaire prise sur l'axe même de la machine, un mouvement de va-et-vient. Ce cliquet se meut entre deux roues dentées qu'il ne touche pas lorsque le courant a sa valeur normale. Le courant vient-il à diminuer parce qu'on allume de nouveaux foyers, l'armature, moins fortement attirée et sollicitée par un ressort antagoniste, s'éloigne, soulevant le cliquet dont la dent supérieure s'engage dans la denture de la roue supérieure ; ce mouvement est transmis, par l'intermédiaire d'engrenages, aux porte-balais qui sont disposés pour pouvoir tourner autour du collecteur, et de manière que les balais puissent se rapprocher ou s'éloigner des points maxima ou neutres ; lorsque les balais se rapprochent des points maxima, l'intensité du courant de la machine excitatrice augmente la puissance des inducteurs, ce qui augmente aussi en proportion l'intensité du courant engendré ; si, au contraire, le courant est trop intense, par suite de l'extinction d'un certain nombre de foyers, l'armature étant plus fortement attirée descend avec le cliquet qui lui est attaché, et la dent inférieure de celui-ci, s'engageant dans la denture de la roue inférieure, fait tourner, par l'intermédiaire des mêmes engrenages, les porte-balais et les balais en sens inverse, les rapprochant des points neutres et les

Digitized by Google

éloignant des points maxima. La puissance du courant de l'excitatrice diminue et, par suite, l'intensité du courant produit. Le régulateur Maxim est d'une parfaite sensibilité, ce qui a été démontré lorsque les 60 foyers que maintenait une machine ont été successivement éteints jusqu'à ce qu'il n'en reste plus qu'un, les foyers restants demeurant, pendant cette extinction progressive, toujours à la même intensité. Une seconde paire d'électro-aimants se trouve placée à côté des premiers. Leur armature est également sollicitée par un ressort antagoniste dont la tension est réglée de telle manière qu'une augmentation considérable de courant seule puisse l'actionner. Dans ce cas, qui pourrait être celui d'un des conducteurs principaux se trouvant rompu, la queue ou prolongement de ladite armature vient appuyer sur un contact en platine, et *shunte* le champ magnétique de la machine excitatrice, arrêtant ainsi la production ou génération d'électricité ; les choses restent dans cet état jusqu'à ce qu'il ait été remédié à l'accident, cause de l'effet décrit.

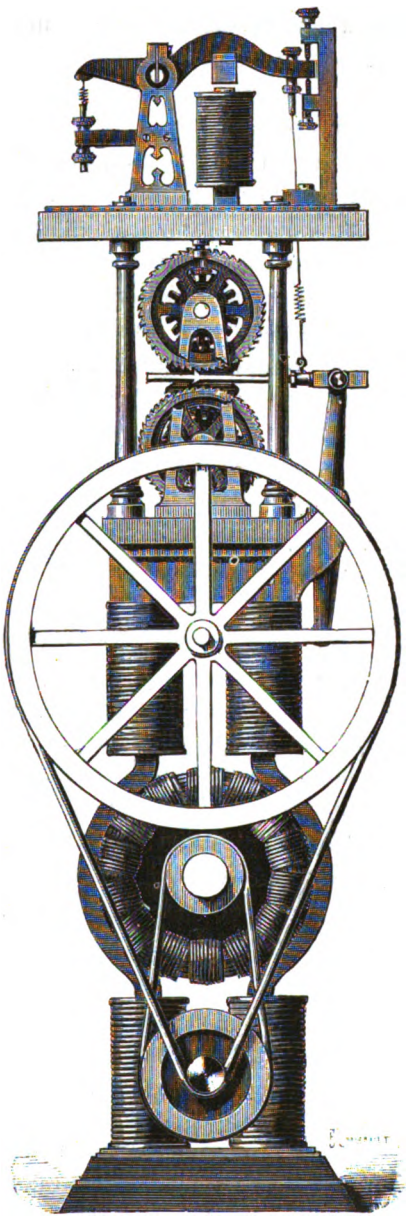


Fig. 3. — Élévation de la machine excitatrice et du régulateur.

Digitized by Google

L'anneau de la machine génératrice (fig. 1) est composé de deux parties distinctes, comprises dans le même bâti et montées sur le même axe ; ces deux parties peuvent constituer donc à volonté deux machines distinctes ou une seule ; et les deux moitiés peuvent être instantanément groupées en tension ou en quantité au moyen d'un commutateur placé à la partie supérieure de la machine. Elle marche à 900 tours par minute.

La petite machine est suffisante, comme excitatrice et comme régulateur, pour six machines génératrices.

Ces machines ressemblent, extérieurement, aux machines Siemens ; elles ont quelques caractéristiques importantes telles que le réglage automatique des balais au moyen de porte-balais mobiles rotatifs déjà décrits ; les pièces rayonnanles formant les collecteurs au lieu d'être droites sont en forme de V très allongé (∨), assurant ainsi, plus sûrement que cela n'a lieu avec des pièces droites, le contact des balais avec plusieurs sections du collecteur à la fois. Les balais eux-mêmes sont en feuilles minces ne rayant pas les collecteurs comme les balais en fil ; les paliers sont formés de longues fusées en bronze, maintenues en place par quatre boulons se vissant dans le bâti, de sorte que la position de la bobine peut être réglée à volonté. Les pièces du collecteur sont soigneusement isolées au moyen d'une bonne épaisseur de fibre (*fiber*), produit très employé actuellement et en train de détrôner l'ébonite.

Chaque machine productrice du type n° 20 peut alimenter un seul foyer de 20 000 candles, ou 85 foyers incandescents Maxim de 25 candles chacun, ou 23 foyers de 170 candles ; elle absorbe une force de 10 chevaux effectifs.

La lampe Maxim se compose d'un filament de charbon provenant de papier carton calciné, a la forme d'une M à angles arrondis (fig. 4) ; elle est contenue dans un globe de verre d'environ 5 centimètres de diamètre, et dans lequel on fait d'abord un vide partiel. On laisse ensuite pénétrer des vapeurs de gazaline dans le globe, on fait le vide de nouveau et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait obtenu un vide presque parfait avec une quantité très faible de gazaline dont la pression ne dépasse pas $\frac{1}{100000}$ d'atmosphère. L'inventeur assigne à la présence de l'at-

Digitized by Google

mosphère gazeuse dans laquelle la combustion a lieu un rôle rénovateur, le charbon se trouvant constamment remplacé par des dépôts de particules de carbone venant s'attacher aux parties les plus minces du filament et par conséquent les plus résistantes et les plus surchauffées et aussi les plus prêtes à faiblir, le filament se trouve, par ce procédé, maintenu dans un état où il conserve toutes ses propriétés. Les deux extrémités dudit filament sont prolongées par des fils de platine traversant le joint et auxquels on relie les deux fils du circuit.

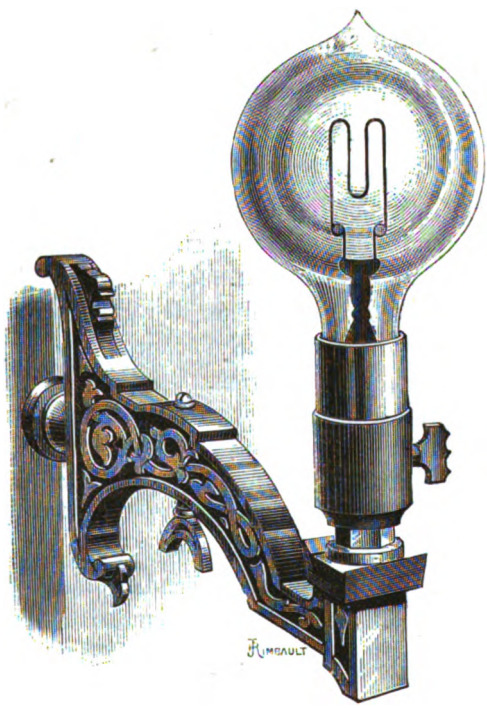


Fig. 4. — Lampe à incandescence, système Maxim.

Un commutateur très ingénieux, fixé sur chaque lampe, permet d'introduire la lampe en circuit ou de la supprimer, c'est-à-dire de l'allumer ou de l'éteindre, L'existence ou durée de la lampe varie entre 600 à 900 heures. Lorsqu'une lampe est hors de service, elle peut être enlevée de son support et remplacée par une neuve aussi facilement que s'il s'agissait de mettre une

Digitized by Google

bougie dans un chandelier, ou de l'en enlever. La lampe hors d'usage a encore une certaine valeur. La lampe neuve vaut actuellement 7 fr. 50, mais elle pourra se vendre par la suite de 1 fr. 50 à 2 francs, tout en laissant un certain bénéfice.

Toutes les lampes étant disposées en dérivation, chacune d'elles est parfaitement indépendante des autres. A Londres, elles étaient montées sur des becs de gaz ordinaires, l'appareillage lui-même servant de fil de retour.

Le câble principal était composé de 19 brins et fils de cuivre de 1,6 millimètres; sur ce câble principal des branchements de câbles de grandeurs moindres étaient greffés; et, de branchement en branchement, l'on arrivait à la dimension réduite d'un fil unique de $0^{mm},85$, sur lequel, dans certains cas, on maintenait jusqu'à six foyers ; le fil relié à chaque foyer était du fil de $0^{mm},3$. En cas d'augmentation subite et accidentelle de l'intensité du courant, celui-ci, en raison de sa ténuité, se trouverait fondu par le courant de préférence au fil de platine de la lampe qui se trouverait ainsi préservée.

Plusieurs foyers brûlaient dans des globes remplis d'eau, démontrant ainsi que ce système d'éclairage est applicable aux travaux souterrains et sous-marins.

Tout cet ensemble d'éclairage a fonctionné régulièrement à Londres pendant la plus grande partie du mois de juin et, à l'heure où nous écrivons ces lignes, on le démonte pour l'installer dans l'Exposition internationale d'électricité. Ce sera l'un des systèmes les plus intéressants et les plus curieux du palais des Champs-Élysées, qui renfermera cependant tant de merveilles; le succès qu'il a obtenu à Londres le suivra certainement à Paris.

J. A. Berly.

L'ACCUMULATEUR FAURE

Le perfectionnement de la pile Planté qui porte le nom du titre de cet article fait encore tellement parler de lui, que l'actualité nous oblige à y revenir encore une fois pour analyser, à défaut de mesures comparatives, auxquelles on paraît fort peu se prêter jusqu'à présent, les documents nouveaux qui peuvent nous

Digitized by Google

fournir quelques renseignements un peu certains. Nous avons aujourd'hui à parler d'une lettre adressée par Sir William Thomson, le célèbre savant anglais, à l'éditeur du *Times* à la date du 9 juin.

Voici cette lettre que nous reproduisons *in extenso*, en corrigeant la traduction française qui en a été faite par la Société, la Force et la Lumière, traduction souvent incompréhensible sans le texte anglais.

The University, Glasgow, 6 juin.

MONSIEUR,

La merveilleuse BOÎTE D'ÉLECTRICITÉ, qui a été décrite dans une lettre qu'on vous a adressée et qui a été publiée dans le *Times* du 16 mai, a été soumise à une foule d'expériences et d'essais de mesure, dans mon laboratoire, depuis trois semaines, et je crois qu'il sera intéressant pour vos lecteurs de savoir que les résultats prouvent que votre correspondant n'a, en aucune façon, été trop enthousiaste de sa grande valeur pratique. Je continue mes expériences pour voir comment la batterie Faure se comportera dans différentes circonstances, et pour trouver le meilleur moyen de la disposer, afin qu'elle remplisse les divers usages auxquels elle doit être appliquée.

Sur la demande du Conseil d'administration de la Société la *Force et la Lumière*, j'ai volontiers entrepris ce travail, parce que c'est un sujet auquel je m'intéresse énormément et dans lequel je trouve la réalisation de l'aspiration scientifique la plus ardente et la plus incessante de ma vie.

Je n'osais guère espérer voir cette aspiration se réaliser, ou vivre assez longtemps pour la voir réalisée. Le problème qui consiste à concentrer la force et à la mettre en réserve, et à l'emmagasiner de manière à ce qu'elle puisse être utilisée à toute époque quand on en a besoin, est l'un des plus intéressants et des plus importants de la science.

Le problème est résolu, sur une petite échelle, en remontant une montre, en tendant un arc, en comprimant de l'air dans le réservoir d'un fusil à air ou d'une torpille Whitehead, en remontant les poids d'une pendule ou de toute autre machine fonctionnant au moyen de poids, en pompant de l'eau jusqu'à une certaine hauteur au moyen d'un moulin à vent (ou autrement, comme dans l'accumulateur hydraulique de Sir William Armstrong) dans le but de l'employer après à faire fonctionner un moulin à eau, ou à l'employer à une pression d'eau sur un piston.

Le problème est résolu, sur une grande échelle, en obtenant par combustion du zinc fondu, qui sera employé ensuite à produire de la lumière électrique ou à mouvoir une machine électro-magnétique en revenant pour ainsi dire dans la batterie voltaïque à l'état primitif. Depuis que Joule a établi, il y a quarante ans, la théorie thermodynamique de la batterie voltaïque et de la machine électro-magnétique, l'idée d'employer la machine à faire fonctionner la batterie en sens inverse, et de restituer de cette façon l'énergie chimique aux matières, de sorte qu'elles puissent de nouveau avoir une action vol-

Digitized by Google

taïque et toujours ainsi de suite, cette idée, dis-je, a été familière à la science.

Mais avec toutes les formes ordinaires de batteries voltaïques, la réalisation de l'idée dans un but quelconque, semblait désespérément éloignée. Un pas important vers le but désiré a été fait, il y a vingt ans, par l'admirable découverte de Planté, de la batterie voltaïque de plomb et de peroxyde de plomb. Votre correspondant y a fait allusion; et maintenant, avec le perfectionnement de M. Faure, le résultat pratique est obtenu.

Il n'y avait aucune exagération à dire qu'il y avait pour un million de « *foot pounds* » de force dans la boîte pendant ses soixante-douze heures de voyage de Paris à Glasgow. L'une des quatre piles après avoir été déchargée, a été rechargée par ma propre batterie de laboratoire, et ensuite a été abondonnée complètement sans y toucher pendant dix jours. Après cela, j'en ai tiré deux-cent soixante mille « *foot pounds* » (soit un peu plus d'un quart de million). Ceci non seulement confirme la mesure de M. Reynier, sur la foi duquel votre correspondant s'est avancé, mais encore cela prouve que la perte avec le temps de l'énergie emmagasinée n'est pas grande et qu'en tout cas l'on peut attendre des jours et des semaines avant de s'en servir.

Ceci néanmoins est une question qui ne peut être résolue qu'après une observation attentive, et par des essais de mesure faits pendant bien plus de temps que je n'en ai eu jusqu'à présent pour étudier la batterie Faure. J'ai déjà suffisamment avancé de faits concernant ses qualités pour qu'il soit maintenant absolument certain qu'elle résout le problème d'emmagasiner l'énergie électrique de telle manière et sur sur une telle échelle, que cette énergie soit applicable pratiquement à une foule de cas importants. Elle a déjà eu en Angleterre une application intéressante très peu importante relativement à l'énergie dynamique consommée, mais fort importante eu égard aux résultants bienfaisants qu'on peut en attendre. Ainsi, il y a quelques jours, mon collègue, le professeur George Buchanan, a emporté de mon laboratoire, avec sa voiture, l'une des piles de plomb (pesant à peu près 18 livres), et au moyen de cette pile il a porté à l'incandescence le gros fil de platine d'un écrasseur galvanique, et a fait disparaître, sans perte de sang, une tumeur de la langue d'un jeune garçon en une minute de temps. L'opération aurait pris plus de dix minutes si elle avait été faite par l'écraseur ordinaire à chaîne, comme il aurait du reste fallu la faire si l'on n'avait pu se servir de la pile de Faure, attendu qu'on ne pourrait admettre en pratique que le chirurgien électricien disposât d'abord ses accessoires de batterie voltaïque.

La plus grande application utile que comporte momentanément la batterie Faure — et il faut espérer qu'il ne se passera que très peu de temps avant qu'on ne se serve de cette batterie dans ce but — est de faire pour la lumière électrique ce qu'une citerne d'eau dans une maison fait pour un approvisionnement d'eau inégal. Une petite batterie de sept des boîtes décrites par votre correspondant est suffisante pour porter à l'incandescence des lumières Swan et Edison, jusqu'à concurrence de 100 bougies, pendant six heures, sans diminution d'éclat perceptible. De sorte que, au lieu d'avoir besoin d'une machine à vapeur ou à gaz qui fonctionne pendant tout le temps

Digitized by Google

qu'on veut avoir la lumière, avec le risque de voir la lumière manquer à un moment donné par le fait d'une courroie qui glisserait, — accident qui n'arrive que trop souvent, — ou par le fait de tout autre arrêt dans les appareils, et au lieu de l'inactivité ruineuse, pendant les heures de jour et de nuit, où l'on n'a pas besoin de lumière, on peut faire fonctionner la machine toute la journée et l'arrêter la nuit, ou bien on peut la faire fonctionner nuit et jour, ce qui sera, sans aucun doute, le plan le plus économique, quand la lumière électrique sera d'un usage suffisamment général.

L'accumulateur Faure, qui se trouvera toujours être chargé par la machine, au moyen du fil approvisionnant la maison, avec un arrêt automatique approprié pour arrêter l'approvisionnement quand l'accumulateur est rempli, sera toujours prêt à toute heure du jour ou de la nuit à donner toute lumière dont on puisse avoir besoin. On obtiendra exactement les mêmes avantages par l'accumulateur, relativement à la force quand l'approvisionnement électrique de la ville sera régulièrement employé à actionner des tours ou autres appareils dans les ateliers, et des machines à coudre dans des maisons particulières, ce qui sera certainement le cas dans peu d'années.

Une autre application très importante de l'accumulateur est l'éclairage électrique des bateaux à vapeur. Une machine dynamo-électrique de taille et de prix très-modérés, actionnée par une courroie allant de l'un des tambours à l'arbre principal, et fonctionnant vingt-quatre heures par jour, maintiendra un accumulateur Faure toujours rempli, et de cette manière, malgré les irrégularités de vitesse de la machine en mer, et malgré les temps d'arrêt, la provision d'électricité sera toujours suffisante pour alimenter les lampes Swan ou Edison dans la chambre de la machine et dans les cabines, ou de grandes lumières pour le sommet du mat, et des lampes de côté rouges et vertes, avec plus de sûreté et de régularité qu'on n'a jamais pu en obtenir avec le gaz dans les habitations de *terre ferme*.

Je dois m'excuser d'abuser à ce point de l'hospitalité de vos colonnes, mon excuse est dans ce fait que le sujet excite le plus vif intérêt dans le public, et que même des informations et des suggestions, aussi peu importantes que celles que je me hasarde d'offrir dans cette lettre, peuvent être prises en considération par quelques-uns de vos lecteurs.

J'ai l'honneur, etc.

WILLIAM THOMSON.

Nous n'avons pas à nous occuper ici de la haute personnalité du signataire de la lettre qu'on vient de lire, d'autant plus qu'on y voit très peu paraître le savant et beaucoup plus celui qui, *sur la demande du Conseil d'administration* de la Société, a écrit une lettre qui n'est pas sans appeler quelques réserves. Trop de fleurs, dirait Calchas; pas assez de chiffres, ajouterons-nous. En cherchant bien, on n'en trouve qu'un seul : un des quatre éléments de la pile Faure transportée à Londres, chargé à saturation

Digitized by Google

dans le laboratoire de Sir W. Thomson, et abandonné ensuite à lui-même pendant dix jours, a fourni 260 000 *foot pounds*, soit un peu moins de 36 000 kilogrammètres.

Les quatre éléments pesaient ensemble 75 livres anglaises, un élément pesait donc, tous calculs faits, 8,5 kilogrammes. Sir W. Thomson en a tiré 35 900 kilogrammètres, soit 4220 kilogrammètres par kilogramme. Ce chiffre se rapporte-t-il à l'énergie totale emmagasinée, ou à l'énergie disponible? a-t-il été obtenu par une seule décharge continue, ou par plusieurs décharges successives, en utilisant la pile jusqu'à épuisement complet? est-ce au contraire de l'énergie transformée en travail dans un moteur dont il s'agit? Rien dans la lettre n'indique laquelle de ces hypothèses est la vraie. Nous attendions de Sir W. Thomson des chiffres plus précis qu'il nous donnera sans doute bientôt, car ces chiffres deviennent de plus en plus urgents.

Il paraît que les mesures du savant anglais confirment les chiffres donnés par M. Reynier, mais nous voudrions bien savoir comment elles peuvent confirmer les contradictions que ces chiffres présentent. Sir W. Thomson entend-il par là dire que la pile Faure emmagasine, à poids égal, quarante fois plus que la pile Planté? Nous posons très carrément la question, car, il ne faut pas se le dissimuler, tout l'intérêt de la discussion se porte sur ce point particulier. Cependant, en prenant le chiffre de Sir W. Thomson *dans les conditions les plus favorables*, c'est-à-dire en supposant que les 260 000 *foot pounds* tirés de la pile Faure l'aient été d'un seul jet, sans résidus, en énergie *disponible*, et non en énergie totale *emmagasinée*, on arrive aux chiffres suivants :

Énergie disponible par kilogramme de pile Faure.	4220 kilogrammètres[1]
Énergie disponible par kilogramme de pile Planté.	1750 kilogrammètres.

RAPPORT : **2,4.**

Entre 2,4 et 40 il y a, comme on le voit, une certaine marge, d'autant plus qu'il faut considérer ce chiffre de 2, 4 comme un maximum qu'à défaut de détails sur les expériences nous ne

[1] M. Reynier avait dit seulement 3600 kilogrammètres.

Digitized by Google

pouvons encore ramener à sa valeur réelle. C'est précisément là que le bât blesse, et aussi se garde-t-on bien de faire trop de réflexions sur ce point, car du jour où il sera admis, avec des chiffres indiscutables, que la pile Faure n'emmagasine pas beaucoup plus, à poids égal, que la pile Planté, il n'y aura plus aucune raison sérieuse pour donner la préférence à la première sur la seconde, car l'appareil de M. Planté présente, en même temps qu'une capacité d'emmagasinement assez rapprochée de celle de la pile Faure, une série d'avantages importants que nous avons mis en relief dans notre précédent numéro.

L'expérience faite par le docteur Buchanam n'est que la répétition des expériences de M. Trouvé faites depuis douze ans avec des piles secondaires de M. Planté qui ne pesaient certainement pas 18 livres.

La plus grande application que comporte momentanément la batterie Faure est de faire pour la lumière électrique ce qu'une citerne d'eau dans une maison fait pour un approvisionnement d'eau inégal. Cette idée a été émise bien avant qu'il fût question de la pile Faure, et l'on se demande quels avantages particuliers elle présenterait pour cette application. Nous développerons quelque jour un projet de distribution d'électricité à domicile, dans lequel des accumulateurs convenablement répartis dans le réseau général égalisent et règlent la distribution en jouant le rôle, en quelque sorte, de *volants* d'électricité.

En somme, la lettre de Sir W. Thomson est celle d'un ingénieur-conseil, — c'est, croyons-nous, la fonction officielle qu'il remplit dans la Société, — elle n'est pas celle d'un savant qui donne des mesures et des chiffres dont on a tant besoin.

Sir W. Thomson a seulement parlé d'applications déjà connues, réalisées ou réalisables à l'aide des accumulateurs de M. Planté, laissant de côté la pile métallurgique de M. Reynier donnant l'électricité pour rien, le camionnage de l'électricité à domicile, et jusqu'à la traction mécanique des tramways, qui est cependant susceptible de certaines applications avec des accumulateurs légers et puissants. On ne saurait être plus prudent dans le choix des exemples d'application et plus discret sur les chiffres. Malheureusement les applications sont déjà connues, et les chiffres, malgré leur rareté, montrent trop bien que le progrès réalisé

Digitized by Google

présente une importance médiocre, et, en tout cas, hors de proportion avec la réclame à grand tapage qui se fait autour d'un simple perfectionnement que l'on a souvent qualifié, dans des articles dont l'enthousiasme est d'une espèce sonnante, trébuchante et ayant cours, d'*admirable découverte*.

E. Hospitalier.

EFFET D'UN GRAND ABAISSEMENT DE TEMPÉRATURE SUR LE MAGNÉTISME

PAR M. JOHN TROWBRIDGE.

On poursuit actuellement au laboratoire de physique de l'Université d'Harvard une série de recherches sur les conditions de puissance magnétique de l'acier et sur la perméabilité magnétique du fer.

Les premières expériences faites sont intéressantes en ce sens qu'elles montrent que les basses températures ont une influence plus grande qu'on ne l'aurait cru jusqu'ici sur les conditions magnétiques des corps soumis à l'expérience.

Wiedemann a établi que le refroidissement de l'acier au-dessous de la température à laquelle il a été aimanté affaiblit ses conditions magnétiques.

Un barreau aimanté à 6 ou 8° c. donnait à — 4° et à — 25° des intensités magnétiques représentées par 5,08 et 4,90. C'est une perte de moins de 4 pour 100.

Dans mes expériences, un barreau aimanté à 20° c. et refroidi à près de — 60° c a perdu la plus grande partie de son magnétisme. Dans un cas cette perte a atteint 66 pour 100.

Cette basse température était produite par de l'acide carbonique solide et de l'éther.

Les moments magnétiques de la barre étaient mesurés en la plaçant à l'est et à l'ouest d'un aimant suspendu muni d'un miroir.

Dans ce cas, le moment magnétique est donné par la formule :

$$M = \frac{1}{2} r^3 T \text{ tang. } \varphi.$$

r. Distance de l'aimant.
T. Intensité horizontale du magnétisme terrestre.
φ. Angle de déviation de l'aimant suspendu.

Les angles étaient observés avant d'entourer le barreau du mélange

Digitized by Google

réfrigérant, et ensuite à intervalles déterminés sans déranger le barreau de sa première position.

Dans une expérience déterminée, le barreau a perdu en quarante-sept minutes près des deux tiers de son magnétisme primitif. Après vingt-quatre d'exposition à la température à laquelle il a été aimanté, sa puissance magnétique n'était plus que la moitié de sa valeur primitive.

M. Trowbridge conclut, comme M. le docteur V. Stroubal et le docteur C. Barus, que chaque barre d'acier doit être considérée, par rapport à ses conditions magnétiques, comme un individu d'une nature particulière; de longues recherches seront nécessaires pour délimiter exactement l'influence du froid sur le magnétisme.

(Extrait du *Silliman's American Journal of Science.*)

LA LOI DE JOULE ET LE THÉORÈME DE CARNOT

Note de M. S. Stepanoff.

On a souvent comparé le potentiel à la température, et ce parallèle se présente tout naturellement à l'esprit puisque Ohm a établi la loi qui porte son nom sur les hypothèses et les conclusions de Fourier relativement à la propagation du calorique.

Je signalerai ici une autre analogie de même ordre, non indiquée jusqu'à présent[1], c'est la ressemblance ou plutôt l'identité entre la loi de Joule et le théorème de Carnot.

Pour retrouver la loi de Joule, il suffit de substituer, dans le théorème de Carnot, le mot *potentiel* au mot *température*, et le mot *électricité* au mot *chaleur*

Théorème de Carnot. En soumettant un corps à la série d'opérations qui constituent le cycle de Carnot, en maintenant une différence de température constante, une même quantité de travail produit correspond toujours à une même quantité de chaleur transmise.

Loi de Joule. Pour une différence de potentiel constante, une même quantité de travail produit correspond à une même quantité d'électricité transmise.

La loi de Joule peut en effet s'exprimer sous la forme ci-dessus parce que l'équation

$$W = (v_1 - v_2)I$$

montre que le travail produit W est proportionnel à l'intensité du

[1] En insérant la note de M. S. Stépanoff, nous ferons remarquer que notre colla-

Digitized by Google

courant I, ou à la quantité d'électricité transmise, c'est-à-dire traversant le circuit, si la différence des potentiels ($v_1 - v_2$) reste constante.

(L'*Électricité*, de Saint-Pétersbourg).

ABSORPTION ÉLECTRIQUE DES CRISTAUX

D'après Clausius, Maxwell et d'autres auteurs, la possibilité pour une substance d'absorber l'électricité est due à un défaut d'homogénéité dans sa structure; et si l'on pouvait trouver un diélectrique parfaitement homogène il ne manifesterait aucune trace de *charge* résiduelle. Des expériences ont été faites récemment pour appuyer cette théorie par le professeur Rowland (de Baltimore), et le professeur G. Carey Foster les a communiquées à la Société de physique, dans sa dernière réunion du 14 mai. Le professeur Rowland prit des plaques de verre, de quartz, de spath d'Islande et les plaça entre deux disques de cuivre amalgamés de manière à former un condensateur. Il fut chargé à l'aide d'une batterie de six bouteilles de Leyde et l'absorption mesurée avec une électromètre à quadrant. On trouva l'absorption du quartz égale à 1/9 environ de celle du verre et le spath n'en donna pas. Ce dernier fait intéresse les constructeurs d'appareils électriques puisqu'il leur permettra de fournir un condensateur-étalon sans capacité absorbante appréciable. Il n'est point aisé néanmoins, d'après ces expériences jusqu'au point où on les a poussées, de savoir si la théorie de Clausius est juste; et des électriciens anglais de mérite, particulièrement le docteur John Hopkinson F. R. S., ont de sérieux doutes sur cette théorie. (*Engineering*).

NOUVELLE MACHINE DYNAMO-ÉLECTRIQUE A COURANTS CONTINUS

PAR M. DE HEFNER-ALTENECK.

L'intérêt croissant qui s'attache à la construction de machines réalisant la transformation du travail en électricité a engagé l'auteur à publier la description d'un nouveau générateur dynamo-électrique, dans lequel la réunion des courants induits en courant continu se

borateur, M. Chaperon, a déjà consacré un article à ce sujet dans *l'Électricien*, n° 3, page 113.

Digitized by Google

trouve réalisée autrement que dans les machines actuellement en usage. Dans ces dernières, en effet, le courant continu résulte de la succession incessante de courants induits développés dans les mêmes champs magnétiques, tandis que, dans le nouveau générateur, on s'applique à réunir les effets des courants élémentaires qui prennent successivement naissance dans des points différents de la machine, sous l'influence de champs magnétiques doués de polarités contraires.

Bien que, dans cette nouvelle machine, on puisse faire varier de diverses manières le mode de production des courants élémentaires, et qu'on puisse même, à cet effet, recourir à l'un ou à l'autre des systèmes actuellement en usage, l'auteur se borne à la description d'une machine qui, dans sa disposition générale, offre la plus grande analogie avec la machine à courants alternatifs de MM. Siemens et Halske. Il convient donc de rappeler succinctement l'agencement des principaux organes de cette dernière machine. La figure 3 en présente une coupe transversale partielle, et pour certains détails nous pourrons également recourir à la figure 2, quoique celle-ci représente en réalité la coupe longitudinale de la nouvelle machine à courants continus.

Sur une plaque de fondation A (fig. 2) s'élèvent deux bâtis de fer B,B, supportant chacun un nombre pair d'électro-aimants C,C, dont les pôles contraires sont situés en regard et s'épanouissent en surfaces N,S,N,S, de forme appropriée. Il y a alternance de polarité, non seulement pour chaque couple d'électro-aimants opposés, mais encore pour toutes les surfaces polaires consécutives, disposées dans un même plan perpendiculaire à l'axe de rotation. Par suite de cette disposition, il y a production d'une série de champs magnétiques très intenses, dont chacun possède une polarité contraire à celle des champs qui l'avoisinent à droite et à gauche. Tous ces champs magnétiques sont successivement traversés par une suite de bobines plates, F,F, disposées en cercle dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation E. Ces bobines présentent une forme allongée; leurs cadres en bois sont entourés de fil conducteur, et elles possèdent les dimensions strictement nécessaires pour remplir en totalité les champs magnétiques qu'elles traversent.

La figure 3 représente deux de ces bobines au moment précis où, dans leur mouvement de rotation, elles viennent se poser à cheval sur l'intervalle qui sépare deux couples d'électro-aimants consécutifs. Pour plus de clarté, on n'a figuré dans chacune que deux spires de fil conducteur. Il est facile de comprendre que, dans cette position, chaque bobine se trouvant comprise à la fois dans deux champs magnétiques différents, l'une des moitiés de son circuit se trouve

Digitized by Google

sillonnée par des courants d'induction ascendants, et l'autre moitié par des courants induits descendants qui s'ajoutent.

Lorsqu'en vertu du mouvement de rotation la bobine tout entière se trouve amenée dans un même champ magnétique, les courants induits dans les deux moitiés de son circuit se neutralisent réciproquement pour venir, un instant après, se réunir de nouveau en un courant unique de sens inverse au précédent, et ainsi de suite.

Le nombre des bobines étant précisément égal à celui des champs magnétiques, l'inversion du courant a lieu au même instant dans toutes les bobines, et comme les champs magnétiques consécutifs

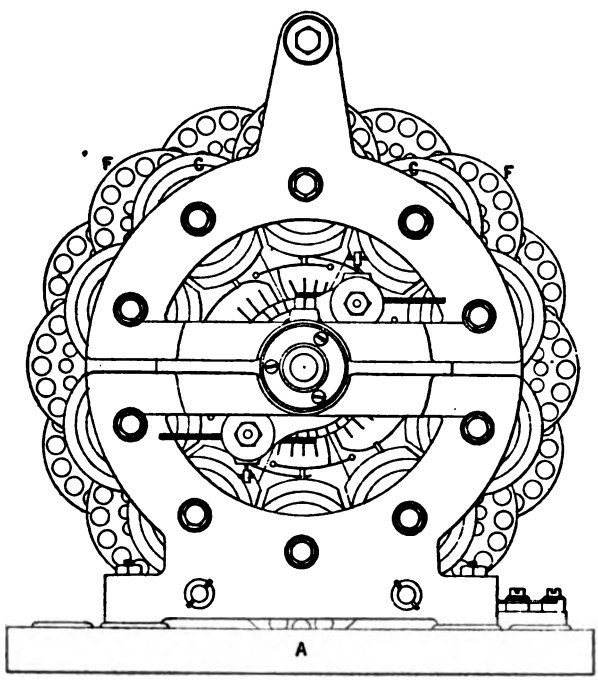


Fig. 1. — Élévation de la machine Hefner-Alteneck.

présentent des polarités contraires, les courants induits qui traversent deux bobines consécutives sont également de directions opposées.

Les points de jonction des garnitures des bobines sont reliés entre eux de telle manière qu'en passant de l'une des bobines à l'autre on soit obligé d'en parcourir le circuit dans une direction opposée à celle qu'on a suivie dans la bobine précédente. Il en résulte que les courants d'induction qui apparaissent simultanément dans toutes les bobines ajoutent leurs effets. Les extrémités terminales du circuit

Digitized by Google

total, formé soit par l'ensemble, soit par une partie des bobines, sont amenées à l'extérieur au moyen de viroles et de ressorts collecteurs.

Dans les figures 4, 5 et 6, on a représenté par des cercles noirs toutes les bobines du circuit total pour lesquelles le sens de l'enroulement est le même, et par des cercles blancs celles dont le fil est enroulé en sens inverse. Pour les champs magnétiques, l'alternance des polarités est figurée de la même manière. Les bobines et les champs magnétiques ont été dessinés sur deux cercles concentriques, en vue de rendre la figure plus intelligible.

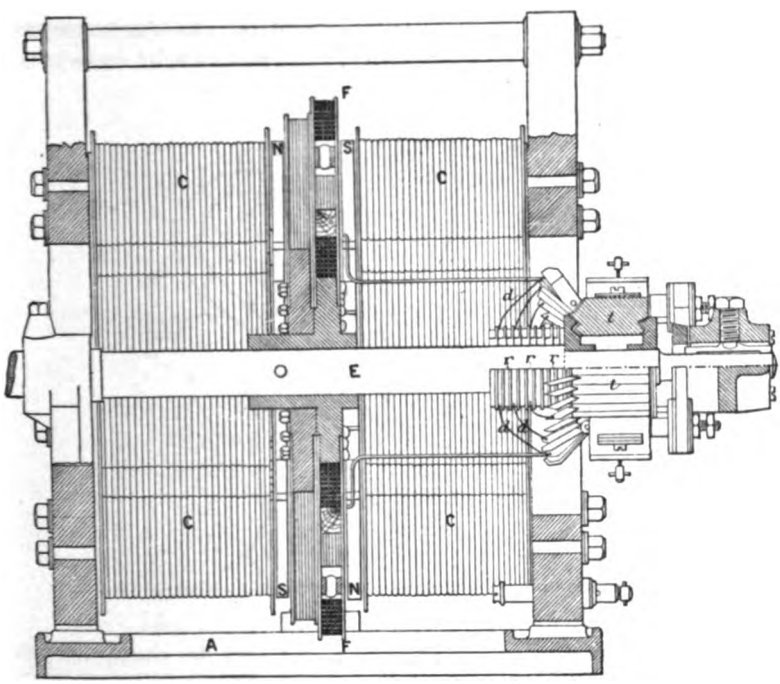


Fig. 2. — Coupe longitudinale de la machine Hefner-Alteneck.

Il est aisé de comprendre, d'après ce qui précède, que toute bobine blanche ou noire, en s'approchant d'un champ magnétique de même couleur que la sienne, est traversée par un courant induit de direction déterminée, que nous supposerons par exemple concordante avec le sens de la rotation de la machine. Par contre, toute bobine noire qui s'approche d'un champ magnétique blanc, ou toute bobine blanche qui s'approche d'un champ magnétique noir, devient le siège d'un courant d'induction inverse du sens de la rotation. En d'autres termes,

Digitized by Google

toute bobine donne naissance à un courant direct lorsqu'elle s'approche d'un champ magnétique de même couleur, et à un courant inverse lorsqu'elle s'approche d'un champ magnétique de couleur différente de la sienne. Dans la position représentée par la figure 4, toutes les bobines s'approchent de champs magnétiques de même couleur et, après une rotation de 45 degrés, de champs magnétiques de couleur différente, la rotation continue de la machine produira donc une succession rapide de courants très intenses, alternativement positifs et négatifs, c'est-à-dire une série non interrompue de courants alternatifs.

La nouvelle machine dynamo-électrique à courants continus (fig. 1 et 2) présente le même aspect extérieur que la machine à courants alternatifs, mais elle s'en distingue par cette particularité importante,

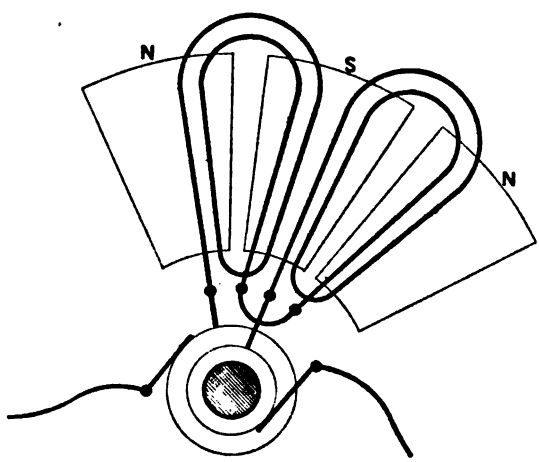


Fig. 5. — Diagramme du fonctionnement de la machine à courants alternatifs.

que le nombre des bobines n'est point égal à celui des champs magnétiques. Bien qu'on puisse faire varier à volonté le nombre relatif de ces deux organes essentiels, nous supposerons que la machine possède huit bobines et dix champs magnétiques, comme l'indique la figure 5. La distance angulaire des bobines étant ainsi différente de celle des champs magnétiques, il en résulte que lorsque deux bobines, situées aux extrémités d'un même diamètre, arriveront en coïncidence avec deux champs magnétiques diamétralement opposés, les six autres bobines seront distantes des champs magnétiques voisins de quantités plus ou moins considérables. Le maximum d'intensité du courant ne se produira donc plus dans toutes les bobines simultanément, comme

Digitized by Google

dans la machine à courants alternatifs, mais dans des temps successifs, pour des bobines consécutives, et il ne restera plus qu'à réunir tous ces courants élémentaires en un courant continu unique, de telle façon qu'il ne puisse jamais y avoir opposition ou neutralisation partielle des courants élémentaires.

A cet effet, les points de jonction des garnitures des bobines sont reliés entre eux de telle façon que le fil conducteur qui entoure leur cadre fasse partie d'un circuit continu fermé sur lui-même, et qu'on traverse le circuit de chacune en sens opposé à la direction suivie sur la bobine précédente. Dès lors il y aura addition des courants élémentaires qui prennent naissance dans deux bobines consécutives, sous l'influence des champs magnétiques de polarité contraire dont elles s'approchent.

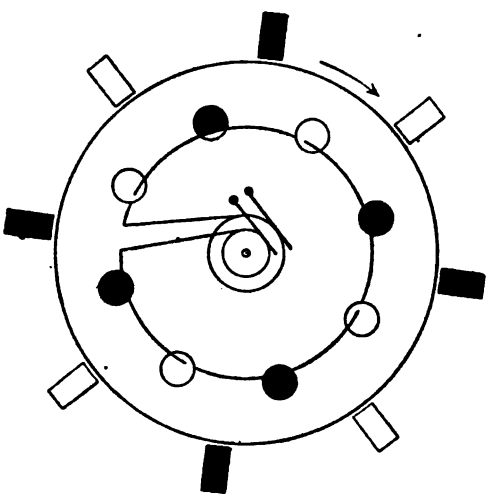


Fig. 4. — Diagrmme du fonctionnement de la machine à courants alternatifs.

L'axe de rotation porte un commutateur analogue à celui des autres machines dynamo-électriques. Ce commutateur se compose de quarante lames, isolées les unes des autres et isolées de l'axe, et réparties en huit groupes différents. Chaque groupe comprend cinq lames. Les jonctions entre les lames de chaque groupe sont réalisées au moyen de huit anneaux métalliques *r*, isolés de l'axe, dont chacun porte une sorte d'étoile pentagonale de fils conducteurs *d*, allant rejoindre les lames correspondantes du groupe. Les points de jonction de deux bobines consécutives sont à leur tour reliés métalliquement à l'un des groupes du commutateur, de telle sorte que deux points de

Digitized by Google

jonction contigus sont mis en communication avec deux portions consécutives du commutateur.

Le courant est recueilli en deux points diamétralement opposés du commutateur, par l'intermédiaire de ressorts collecteurs ou de balais frotteurs, comme dans les autres machines dynamo-électriques.

Pour comprendre le fonctionnement de la machine, reportons-nous à la figure 5, dans laquelle les divers organes sont représentés dans leurs véritables positions angulaires, mais avec un certain déplacement radial. On y trouvera figuré également le commutateur avec ses quarantes lames isolées, numérotées par une quintuple succession des chiffres 1 à 8. Les balais fixes frottant sur le commutateur sont marqués par les signes + et —; enfin, les fils conducteurs reliant entre eux les circuits de deux bobines consécutives sont représentés par

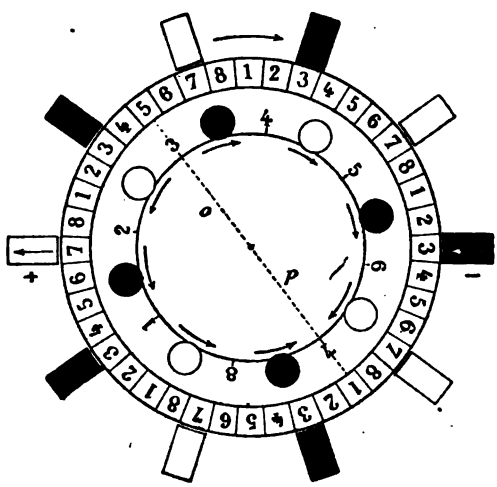


Fig. 5. — Diagramme d'une machine à courants continus à 10 champs magnétiques et 8 bobines.

des arcs de cercle allant de l'une à l'autre. Pour ne pas compliquer la figure, on a supprimé les communications entre le commutateur et les bobines, mais il suffira de se rappeler que chacun des huit points de jonction des bobines se trouve en communication métallique avec chacune des cinq lames du commutateur portant le même numéro d'ordre.

Cela posé, supposons que le commutateur ainsi que le disque portant les bobines effectuent leur rotation dans le sens des aiguilles d'une montre : il est évident que, quelle que soit la position de ces organes par rapport aux champs magnétiques, on pourra toujours, à l'instant considéré, trouver une ligne passant par le centre et laissant d'un

Digitized by Google

même côté toutes les bobines qui s'approchent de champs magnétiques de même couleur et du côté opposé toutes les bobines s'approchant de champs magnétiques de couleur différente. Pour la position de la figure 5, cette ligne de partage est représentée par le diamètre pointillé *op*.

Toutes les bobines situées d'un même côté de ce diamètre sont traversées par un courant positif dans le sens de la rotation de l'axe, tandis que celles du côté opposé se trouvent sillonnées par un courant de sens inverse. Chacune de ces deux séries de bobines charrie ainsi de l'électricité positive vers le point 7 et de l'électricité négative vers le point 3 : d'où résulte au premier point une accumulation de fluide positif, au second point une accumulation de fluide négatif. On voit d'ailleurs que, dans la position considérée, les lames 7 et 3 du commutateur (qui sont respectivement reliées aux points de jonction de même numéro d'ordre) se trouvent précisément en contact avec les balais collecteurs. Ces derniers recueillent par conséquent le courant pour le transmettre au circuit extérieur.

Il est facile de se convaincre que, quelle que soit d'ailleurs, à un instant donné, la position occupée par les organes mobiles de la machine, la ligne de partage en question traverse toujours les deux points de jonction du circuit extérieur qui communiquent avec les lames du commutateur actuellement en contact avec les balais frotteurs : d'où il résulte nécessairement que le balai positif recueille un courant continu de fluide positif et le balai négatif un flux continu d'électricité négative.

Le nouveau générateur dynamo-électrique partage avec ses aînés ce caractère commun de donner naissance à un courant développé simultanément dans chaque moitié de son circuit. Mais, tandis que dans les anciennes machines ces deux demi-circuits conservent une position invariable dans l'espace, ils sont animés dans la nouvelle machine d'un mouvement de rotation très rapide et inverse de celui de l'axe. Malgré cela, les extrémités terminales de ce double demi-circuit restent en contact permanent avec les balais fixes, grâce à la disposition spéciale et à l'agencement particulier des pièces du commutateur.

Il est évident qu'on peut faire varier à volonté le nombre des bobines et celui des champs magnétiques, en ayant soin toutefois de les prendre toujours en nombre inégal. Voici, par exemple, une généralisation de la disposition précédemment décrite.

Soient n le nombre (pair) des bobines et $n + 2$ celui des champs magnétiques ; le nombre des pièces du commutateur devra être égal à $n\left(\frac{n}{2} + 1\right)$. Chaque point de jonction de deux bobines consécutives

Digitized by Google

sera relié métalliquement avec $\frac{n}{2} + 1$ lames du commutateur, séparées les unes des autres par des intervalles égaux, en sorte que deux points de jonction contigus communiqueront avec deux portions consécutives du commutateur. Le courant sera encore recueilli au moyen de balais fixes situés en deux points diamétralement opposés de la surface du commutateur.

Le nombre des champs magnétiques au lieu d'être supérieur à celui des bobines peut également lui être inférieur, c'est-à-dire que dans les expressions précédentes le signe + peut être remplacé par le signe —. De plus, la différence entre les deux nombres n'est pas nécessairement égale à 2. On peut enfin, tout en conservant le même nombre de champs magnétiques, doubler par exemple celui des bobines. Cette

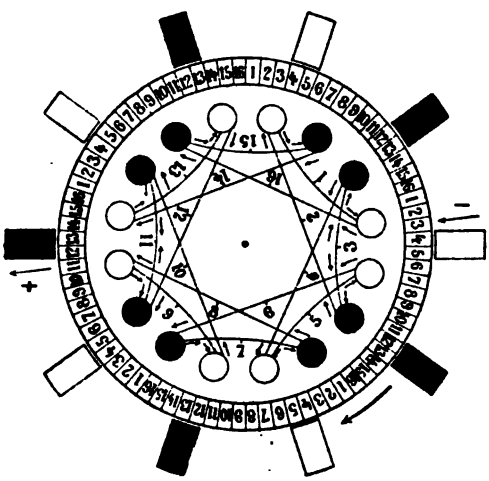


Fig. 6. — Diagramme d'une machine à courants continus a 10 chanmps magnétiques et 16 bobines.

duplication du nombre des bobines offre même de sérieux avantages, car, grâce à leur réaction permanente sur les pôles des électro-aimants, l'effet de la machine se trouve amélioré, sa marche s'adoucit et les étincelles du commutateur deviennent plus faibles. Les bobines sont disposées, dans ce cas, dans deux plans juxtaposés, de manière que chacune recouvre à moitié sa voisine, comme le montre l'inspection des figures 1 et 2. La figure 6 indique l'agencement des organes de cette machine et fait voir notamment que les bobines qui sont traversées par les courants induits successifs ne sont point consécutives, mais distribuées en zigzag sur le pourtour d'un cercle. Comme il importe de les intercaler dans le même ordre dans le circuit intérieur,

Digitized by Google

la ligne de jonction de leurs garnitures n'est plus circulaire (comme dans la figure 5), mais présente la forme d'une ligne brisée sautant alternativement en avant et en arrière comme les côtés d'un polygone étoilé (fig. 6). Abstraction faite de cette particularité, toutes les observations relatives à la figure 5 peuvent s'appliquer au diagramme 6. Quant au commutateur, il se compose de 80 pièces rayonnantes réunies en surface cylindrique. Enfin, la ligne de partage traverse les points de jonction 3 et 11, et les directions momentanées des courants sont indiquées par de petites flèches.

La nouvelle machine dynamo-électrique, sous la forme qui vient d'être décrite, peut être considérée comme une modification de la machine à courants alternatifs de MM. Siemens et Halske, et, comme cette dernière, elle présente les avantages suivants :

Les pôles des électro-aimants qui forment les champs magnétiques sont développés directement par le courant continu circulant dans les garnitures de ces électro-aimants, tandis que, dans les machines à courants continus actuellement en usage, l'un des pôles (précisément le plus important au point de vue des effets produits) est développé par induction magnétique et partant avec une intensité réduite. L'influence nuisible de la résistance offerte par les garnitures des électro-aimants est donc manifestement amoindrie dans la nouvelle machine.

Les bobines mobiles sont dépourvues de noyaux en fer doux et la machine ne présente aucune inversion ni aucun déplacement des pôles magnétiques. On sait en effet que l'inversion instantanée des polarités magnétiques détermine une perte d'énergie[1], se manifestant par l'échauffement du noyau en fer doux dans lequel elle se produit. On peut, il est vrai, obvier partiellement à cet inconvénient en remplaçant les noyaux massifs par des lames ou des fils de fer réunis en faisceaux. Dans les machines de Gramme et de Siemens et Halske, l'échauffement du fer est encore supportable, puisque chaque révolution n'entraîne que deux inversions des polarités magnétiques; mais si l'on voulait mettre en rotation, à travers les nombreux champs magnétiques de la machine qui nous occupe, soit un anneau en fil de fer, soit même des pièces de fer massives (comme dans les machines de l'Alliance ou de Wilde), on observerait à la fois un échauffement considérable de ce métal, une diminution notable du rendement et une consommation de force beaucoup plus grande.

Un autre avantage du nouveau générateur d'électricité consiste dans la simplicité du mode d'enroulement, qui s'effectue aisément à la machine, et dans la facilité avec laquelle les garnitures des bobines

[1] Voy. l'*Électricien*, n° 3, p. 120.

Digitized by Google

peuvent être isolées (par des lames de bois interposées) des pièces métalliques de la machine.

L'échauffement de la machine, eu égard à l'intensité du courant qu'elle est capable de fournir, est très minime, grâce surtout à l'absence de tout noyau en fer doux et à la facilité avec laquelle l'air circule à l'intérieur et à l'extérieur des bobines.

Pour discuter les avantages qu'offre la transformation des générateurs à courants alternatifs en machines à courants continus, il convient d'examiner succinctement les propriétés des deux espèces de courants. Il est de notoriété que depuis l'apparition de la machine de l'Alliance, il y a vingt ans environ, c'est-à-dire depuis l'introduction de l'éclairage électrique dans le domaine industriel, les deux espèces de courants ont été utilisées pour la production de la lumière électrique. Chaque système présente ses avantages et ses inconvénients. Dans les courants alternatifs, les inversions se succèdent avec une rapidité si extraordinaire que la lumière produite exerce la même impression sur l'œil que celle qui est engendrée par les courants continus. Il faut toutefois signaler à l'avantage des derniers cette différence que, grâce au mode particulier de combustion du charbon supérieur (positif), la quantité de lumière rayonnée vers le sol est plus grande.

L'effet utile, c'est-à-dire le rapport de l'intensité lumineuse à la force motrice consommée (en supposant la comparaison effectuée pour des intensités lumineuses sensiblement égales), est plus grand pour les machines à courants alternatifs, lorsqu'on mesure l'intensité du foyer dans le plan horizontal passant par l'arc voltaïque. La supériorité appartient au contraire aux courants continus, si l'on mesure l'intensité de la lumière rayonnée vers le sol. Il importe de tenir compte de cette différence, bien qu'il soit aisé de l'amoindrir par l'emploi de globes diffusifs ou de réflecteurs appropriés.

Les machines à courants alternatifs offrent l'avantage d'une plus grande simplicité, car elles sont dépourvues de commutateur et les courants élémentaires y sont utilisés tels qu'il se produisent. Le commutateur, en effet, constitue l'organe le plus délicat d'une machine dynamo-électrique, non seulement à cause de la production d'étincelles qu'il est impossible d'éviter d'une manière absolue, mais encore et surtout parce que le moindre défaut d'isolement peut provoquer le dérangement, voire même l'arrêt de la machine. Un avantage non moins important des machines à courants alternatifs de Siemens et Halske réside dans la facilité avec laquelle elles se prêtent à l'alimentation simultanée de plusieurs circuits indépendants, de telle sorte qu'il devient possible d'éteindre tout un groupe de lampes électriques

Digitized by Google

sans porter atteinte au régime des autres groupes desservis par le même générateur.

Mais si l'éclairage électrique peut à volonté faire appel à l'un ou à l'autre genre de courants, il existe d'importantes applications industrielles dont l'exploitation est rigoureusement interdite aux machines à courants alternatifs. Ce sont celles où l'effet produit est directement proportionnel à l'intensité du courant, et non pas au carré de cette intensité, comme dans les phénomènes calorifiques. Telles sont la galvanosplastie, les opérations métallurgiques basées sur l'électrolyse, la transmission électrique de la force motrice, la télégraphie, etc.

Bien que la nouvelle machine dynano-électrique dont nous avons donné la description soit construite exclusivement en vue du fractionnement de la lumière électrique, elle fournit, comme première application d'un principe nouveau, un rendement des plus satisfaisants, Avec une consommation de force de sept chevaux-vapeur, elle est à même de desservir 4 foyers électriques possédant chacun un pouvoir éclairant de 700 bougies, mesuré dans le plan horizontal qui traverse l'arc voltaïque. Quel que soit d'ailleurs le rang que des perfectionnements ultérieurs pourront assigner à ce générateur parmi ses précurseurs, l'auteur nourrit l'espoir que le principe nouveau sur lequel il est basé pourra n'être point sans importance, au point de vue des progrès qui restent à accomplir dans la construction des machines dynamo-électriques. (*Elektrotechnische Zeitschrift*).

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 30 mai 1881.

Nouvel interrupteur pour les bobines d'induction.
Note de M. Marcel Deprez.

« J'ai démontré expérimentalement que, lorsqu'on ferme le courant inducteur qui circule dans le gros fil d'une bobine d'induction, l'aimantation du faisceau de fer doux n'est pas instantanée; cela est dû à ce que l'aimantation, étant croissante, développe dans le circuit de la pile un courant inverse, ou, pour parler plus exactement, une force électromotrice inverse, qui est proportionnelle à la dérivée de l'aimantation. A partir du moment où l'aimantation a atteint sa valeur

Digitized by Google

limite, la période variable dont je viens de parler prend fin, et le courant est régi simplement par la loi de Ohm; par suite, une fermeture plus prolongée du courant n'aurait aucune utilité. On en conclut qu'il faut rompre le courant inducteur dès que l'aimantation a atteint sa valeur maxima, et le rétablir immédiatement après, puisque l'intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où le courant est rompu et celui où l'étincelle éclate est inappréciable.

« J'ai rempli toutes ces conditions en donnant à l'interrupteur dont je parlais plus haut la disposition suivante : une lame de fer doux, de forme rectangulaire et d'une longueur suffisante pour qu'elle puisse se polariser énergiquement, a l'une de ses extrémités tout près du faisceau de la bobine; l'autre extrémité est sollicitée par un ressort à boudin dont on peut varier la tension arbitrairement, tandis que le milieu est mobile autour d'un pivot qui sert à amener le courant; enfin, la rupture est produite par une vis platinée, supportée par une pièce rigide, et qui s'appuie contre l'extrémité de la lame de fer située en face du faisceau.

« Si l'on donne au ressort à boudin une tension très voisine de celle qui représente l'attraction exercée par le faisceau sur la lame de fer lorsque le courant a atteint sa valeur définitive, la rupture ne pourra avoir lieu que lorsque l'aimantation sera arrivée tout près de son intensité maxima. Le courant induit, et par suite l'étincelle qui en est la conséquence, aura donc la plus grande intensité possible. D'autre part, en raison de la rigidité des supports de la lame et de la vis qui amène le courant, la rupture de ce dernier sera produite par un déplacement infiniment petit de la lame, d'où il suit que le nombre des étincelles produites dans l'unité de temps sera le plus grand possible.

« L'interrupteur ainsi modifié change complètement l'aspect de l'étincelle, qui ressemble alors à une véritable veine fluide, sans que sa longueur soit moindre qu'avec l'interrupteur ordinaire. Les bobines qui en sont munies donnent un nombre d'étincelles beaucoup plus grand, et le rendement en est par suite considérablement augmenté.

« Ces considérations montrent que l'élasticité que l'on donne habituellement aux organes de l'interrupteur ordinaire et l'amplitude du mouvement qui en est la conséquence sont nuisibles aux effets que l'on se propose d'obtenir. »

Si l'on veut bien se reporter à la note de M. Ducretet (*Électricien* du 15 juin 1881, p. 92), on verra que si le but poursuivi par MM. Marcel Deprez et Ducretet est le même, les moyens de l'atteindre sont tout différents.

Le ressort à trembleur fixé par ses deux extrémités a été employé

Digitized by Google

pour la première fois, il y a trois ans, par MM. Bellet et Hallez d'Arros, dans leur crayon voltaïque[1], dans le but de rendre les étincelles de la bobine plus nombreuses et capables de percer le papier.

Si l'interrupteur de M. Ducretet est un dérivé de celui de M. Ducretet, ainsi que l'affirme M. Marcel Deprez, il faut en conclure logiquement que ce dernier est lui-même un dérivé de celui de MM. Bellet et Hallez d'Arros qui lui est bien antérieur.

Les revendications de M. Marcel Deprez ne nous paraissent pas fondées, d'autant plus que l'antériorité devrait revenir dans ce cas à MM. Bellet et Hallez d'Arros; aussi avons-nous cru devoir les enlever de sa note si intéressante : tout le monde y gagne certainement.

M. Vulpian présente une note de M. *Ch. Richet* sur les mouvements de la grenouille consécutifs à l'excitation électrique. M. Richet a appliqué à l'analyse des mouvements d'une grenouille vivante la méthode appliquée par beaucoup de physiologistes à l'analyse des actions réflexes, nerveuses et musculaires.

L'excitation électrique portait sur une patte, ou sur les pelotes digitales de l'extrémité du membre, soit sur le nerf sciatique. La mesure de la réaction était l'effort général que fait la grenouille pour s'enfuir.

La réaction est toujours très-lente, au moins 0,15 de seconde, le plus souvent une demi-seconde, elle va quelquefois jusqu'à dix secondes. La réponse à une excitation semble donc être, chez la grenouille, bien plus lente que chez les animaux à sang chaud.

En général, la réponse est d'autant plus rapide que l'excitation est plus forte. Au bout de trois ou quatre séries d'excitations, l'animal répond avec une lenteur croissante, puis il ne répond plus du tout.

Ce sont les deux phénomènes inverses d'augmentation d'excitabilité d'une part et de fatigue d'autre part, qui, conjointement avec l'intensité de l'excitation, déterminent la rapidité plus ou moins grande de la réponse.

Si l'on enlève à une grenouille les deux hémisphères cérébraux, en laissant le bulbe intact, on peut encore, par l'excitation des nerfs périphériques, obtenir les mêmes mouvements généraux de réponse à l'excitation que sur des grenouilles intactes.

Au contraire, si l'on sectionne la moelle au-dessous du bulbe, les mêmes mouvements n'ont plus lieu, ou du moins les mouvements

[1] Voir *la Nature* du 19 avril 1879, n° 306, p. 289.

Digitized by Google

réflexes ont un tout autre caractère et ne ressemblent plus à des mouvements volontaires.

On doit en conclure que les mouvements généraux de fuite, de défense qu'on observe chez des grenouilles intactes, à la suite d'excitations électriques, sont commandés par le bulbe. Faut-il les appeler *mouvements réflexes* ou *mouvements involontaires?* Il y a-t-il une démarcation possible à établir entre ces deux ordres de mouvements? Telles sont les questions qui terminent la note de M. Ch. Richet.

Séance du 6 juin 1881.

Étude sur l'électricité se manifestant à bord des navires actuels. — Remarques incidentes concernant : 1° l'influence du mode d'ajût ou de soudure dans les circuits électriques complexes; 2° le principe d'un hygromètre électrique et d'un avertisseur d'incendie. — Note de M. A. Ledieu (Résumé).

Les causes d'altération du blindage des navires ont été étudiées en 1864, dans le port de Toulon, par Becquerel. On a, depuis lors, essayé de recouvrir d'un soufflage en bois toutes les parties en fer immergées, et de clouer par dessus un doublage en cuivre suivant le mode habituel, pour prévenir ces altérations; ce système a été appliqué aux croiseurs extra-rapides à coque en fer, pour les mettre à l'abri de pertes notables de vitesse inhérentes aux coques de l'espèce au bout de quelque temps de mer.

Le soufflage étant fixé au fer par des pièces métalliques, l'agencement donne lieu à une pile électrique complexe. M. Ledieu a étudié la nature et les fonctions de cette pile.

Il a reconnu que le degré d'intimité des ajûts joue un rôle important sur la conductibilité électrique d'un semblable système ainsi que le degré d'humidité.

Il se produit même des courants secondaires qui varient aussi avec l'humidité du bois.

M. Ledieu conclut de ses expériences que l'action de pièces métalliques enfoncées dans du bois qui augmentent sa conductibilité, mérite d'être prise en considération pour un grand nombre d'appareils électriques. Cette observation s'applique aux bornes, aux languettes et bagues de cuivre des commutateurs ou collecteurs des machines dynamo-électriques.

M. Ledieu déduit aussi de ses expériences la possibilité de construire un hygromètre et un avertisseur d'incendie fondé sur cette propriété

Digitized by Google

des bois humides, mais l'appareil ne présente aucun intérêt pratique, car il exige une pile constante fonctionnant continuellement, une pièce de bois maintenue toujours humide, et un galvanomètre *très sensible* dont l'aiguille poura faire partir une sonnerie électrique quand elle se rapproche du zéro.

On comprend combien il doit être simple, facile et commode d'installer un semblable avertisseur d'incendie à bord d'un navire et de le maintenir toujours en bon état!

Séance du 13 juin 1881.

M. E. Mercadier présente une note *Sur l'influence de la température sur les récepteurs radiophoniques à sélénium* (voir l'*Électricien*, du 15 juin, n° 5, p. 209).

M. Th. du Moncel présente une note de M. Cabanellas *Sur quelques moyens et formules de mesure des éléments électriques et des coefficients d'utilisation avec le dispositif à deux galvanomètres.*

Le développement de la note de M. Cabanellas nous empêche, à notre grand regret, de la publier, *in extenso* dans notre Revue, et nous sommes obligés de renvoyer le lecteur aux Comptes rendus, car il est impossible d'en donner seulement un extrait.

Nous ferons seulement ici une petite observation relative à la terminalogie toute spéciale employée par l'auteur, si différente de celle ordinairement en usage. M. Cabanellas désigne sous le nom de *coefficient d'utilisation* ce qu'on est convenu d'appeler *rendement*, et d'autre part il appelle *rendement absolu* le travail qu'on peut recueillir sur le moteur sous forme mécanique proprement dite, c'est-à-dire le *travail utile.*

Ces termes nous paraissent absolument impropres et rendent un peu difficile l'intelligence de l'intéressante note de M. Cabanellas. Dans l'esprit des physiciens, le mot *rendement* exprime toujours un rapport, c'est-à-dire un nombre abstrait, et en désignant sous ce nom un travail utile, on s'expose à des erreurs regrettables.

Il serait vivement à désirer que le Congrès entreprenne la tâche d'unifier la terminologie et les notations électriques et mécaniques; l'œuvre serait utile et grande, car lorsqu'on est d'accord sur les mots, on est bien près de s'accorder aussi sur les idées. E. H.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 juin 1881.

M. Pellat présente le résultat de ses recherches sur la *durée de décharge d'un condensateur*, et l'*énergie des courants téléphoniques*.

On sait que la durée de la décharge d'un condensateur augmente avec la résistance du circuit sur lequel elle s'effectue. En admettant que la décharge obéisse à la loi de Ohm, la relation entre le temps de la décharge, la résistance et la capacité du condensateur est exprimée par la formule exponentielle suivante :

$$Q = V_0 C \left(1 - e^{-\frac{T}{CR}}\right)$$

Q étant la quantité d'électricité que renferme le condensateur;
V_0 la différence de potentiels initiale;
C la capacité du condensateur;
T le temps de la décharge;
R la résistance du fil à travers lequel la décharge s'effectue;
e la base des logarithmes népériens.

M. Pellat a cherché à vérifier par l'expérience l'exactitude de cette formule. Il a trouvé que tant que la résistance du circuit est plus petite que 1000 ohms, on obtient une décharge totale du condensateur, alors que le nombre de charge et de décharge était de 100 par seconde. Pour une résistance plus grande, le condensateur n'avait pas le temps de se décharger complètement.

Il résulte des expériences que la formule peut être considérée comme exacte, et que, par suite, la loi de Ohm est applicable.

C'est en faisant des expériences sur des téléphones mis en action par des décharges de condensateurs que M. Pellat a été amené à vérifier la formule qui donne la durée de la décharge d'un condensateur. M. Pellat avait remarqué que, dans les expériences de cette nature, pour un nombre d'interruptions par seconde déterminé, le son faiblissait au delà d'une certaine résistance, 1000 ohms dans le cas particulier, ce qui provenait précisément de ce que, pour les grandes résistances, le condensateur n'avait pas le temps de se décharger complètement sur le circuit du téléphone et de la résistance intercalée. Ces expériences ont montré aussi combien l'énergie des courants téléphoniques est faible.

Avec l'énergie correspondant à *une petite calorie*[1], on pourrait

[1] Quelques physiciens désignent sous le nom de *petite calorie* la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré centigrade la température de 1 gramme

Digitized by Google

produire dans un téléphone un son continu nettement perceptible pendant plus de 10 000 ans, ce qui est une preuve nouvelle de la sensibilité de l'ouïe.

M. Mascart demande si les courants d'induction ne jouent pas un rôle et si la forme des circuits ne doit pas amener de retard dans la décharge ; mais M. A. Bréguet fait observer que, dans les boîtes de résistance, les bobines sont roulées de façon à supprimer l'induction et les extra-courants qui ne peuvent pas alors influencer la durée de la décharge.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 10 *juin* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. J.-B. DUMAS

M. le *Président* signale, parmi les pièces de la correspondance, certains journaux belges ou français renfermant des articles au sujet de *Force et Lumière par l'électricité*, dans lesquels on fait intervenir la Société d'encouragement d'une manière illégitime, puisqu'elle n'a pas émis son jugement sur les procédés soumis à son examen.

M. *Faure* avait été autorisé à lui présenter, dans la séance du 22 avril, les résultats de ses études sur les piles secondaires inventées par un éminent physicien, M. *Gaston Planté* et, tandis que la Société accueillait, avec un vif intérêt, une des plus intéressantes acquisitions de l'électricité, son bureau apprenait, non sans surprise, qu'un spéculateur se proposait d'exposer, à son tour, devant elle, les profits promis à cette nouvelle application de la science. La parole ne lui fut point donnée,

Le Conseil de la Société apprécie les inventions et les perfectionnements. Il leur accorde avec empressement ses encouragements, avec bonheur ses éloges ; mais il ne se fait jamais juge des chances de bénéfices que leur exploitation comporte. C'est donc par un véritable abus qu'on place sous son autorité et sous celle de son *Président* des espérances financières résultant de conceptions et de calculs dont ils se refusent absolument à prendre connaissance, tout en demeurant profondément sympathiques à la découverte scientifique de M. *G. Planté* et désireux d'en voir prospérer le développement pratique.

d'eau. On la désigne aussi quelquefois sous le nom de calorie (gramme-degré) ou calorie C. G. S. La calorie des ingénieurs est 1000 fois plus grande, elle correspond au kilogramme.

Digitized by Google

CORRESPONDANCE

LA BOUGIE JABLOCHKOFF A LONDRES

Paris, juin 1881.

MONSIEUR,

Je viens de prendre connaissance du très intéressant article intitulé *l'Éclairage électrique à Londres*, que vous avez fait paraître dans le dernier numéro de l'*Électricien*.

Vous y consacrez au système Jablochkoff quelques lignes dans lesquelles, tout en constatant qu'il a déterminé en Angleterre l'éclosion de nombreux procédés d'éclairage électrique, vous dites qu'il est *certainement le plus oublié de tous*.

Permettez-moi de répondre à cette assertion par un fait significatif.

Le Bureau métropolitain des travaux publics de Londres, vient, dans sa séance du 3 juin, de passer un traité de *trois* ans avec la Société générale d'électricité pour l'éclairage pendant toute la durée de la nuit du quai de la Tamise et ses abords.

Le nombre actuel des foyers sera porté de 50 à 80.

Cela prouve que le système Jablochkoff est loin d'être oublié et qu'il est toujours apprécié à sa valeur.

S'il ne figure pas au nombre des systèmes qui éclairent actuellement la Cité, c'est que la Société générale d'électricité a jugé qu'une nouvelle expérience serait inutile et qu'il valait mieux demander le développement d'une installation qui, depuis trois ans, a fonctionné sans une défaillance.

Les pourparlers engagés à cet effet avec l'Administration des travaux publics de Londres viennent d'aboutir au contrat dont nous venons de parler.

Je demande à votre obligeante impartialité de vouloir bien publier la présente lettre dans le prochain numéro de votre Revue, et je vous prie d'agréer l'assurance de mes sentiments les plus distingués.

Le sécrétaire général,

HENRY VIVAREZ.

J'ai dit qu'on *s'occupait peu* de la bougie Jablochkoff à Londres. La raison en est surtout que la curiosité publique se porte toujours du côté de l'actualité et de la nouveauté.

La lettre fort aimable de M. Vivarez montre seulement qu'on *installe* de nouveaux foyers, elle ne prouve pas pour cela que le public

Digitized by Google

s'en occupe, et que le système ne soit pas *certainement le plus oublié de tous*, malgré tout l'intérêt qu'il présente. E. H.

SUR LA FORCE ÉLECTRO-MOTRICE INVERSE DE L'ARC VOLTAÏQUE

Paris, juin 1881.

Monsieur,

Vous avez reproduit dans le numéro du 1er juin une communication de M. Jamin a l'Académie des sciences, et l'avez fait suivre de quelques réserves sur lesquelles je vous demande la permission d'insister. La force électro-motrice inverse en question est précisément une des conditions d'éclat de l'arc ; il est incontestable en effet qu'elle accroît la dépense d'énergie du courant dans le passage entre les deux charbons, elle accroît d'autant la quantité de chaleur dégagée, et la température à laquelle se trouve portée la matière radiante ; comme l'effet lumineux croît lui-même plus rapidement que cette température, il y a tout profit. Je pense qu'il est admis par tous que pour obtenir le maximum de rendement lumineux il faut concentrer le plus possible la dépense d'énergie. L'existence de cette force inverse me paraît entraîner nécessairement cette conséquence, qu'à égalité de dépense d'électricité l'effet lumineux doit être plus intense avec le courant de direction constante, et qu'il en serait encore de même à égalité de dépense de travail électrique.

Un de vos lecteurs.

A. P.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

*Les essais d'éclairage électrique à bord de l'*Inflexible.

L'*Inflexible* est un navire monstre, commencé à Portsmouth, le 24 février 1874, et lancé par la princesse Louise, le 27 avril 1876, quatre canons de 80 tonnes font partie de son armement.

L'avant et l'arrière de l'entre-pont de cet immense navire est converti en chambre de machines ; à l'avant se trouvent la machine hydraulique et son réservoir, la machine du cabestan, les machines pour traîner les tubes immergés servant au lancement des torpilles Whitehead, qui fonctionnent au moyen de l'air comprimé, les machines et les réservoirs pour charger les torpilles ordinaires et sous-marines ; les condenseurs de distillation préparant l'eau potable pour l'équipage, la machine distribuant l'eau dans le navire, et la machine actionnant

Digitized by Google

les pompes destinées à refouler par dessus bord les eaux de lavage; à l'arrière se trouvent une seconde machine hydraulique avec réservoir, la pompe à main, la machine actionnant le gouvernail, les raccords pour faire fonctionner à la main la barre du gouvernail, la barre elle-même et ses accessoires, des machines dynamo-électriques systèmes Gramme et Brush, et leurs machines motrices.

A cette liste il faut encore ajouter la machine motrice et les appareils hydrauliques variés nécessaires à la manœuvre des canons monstres.

La plus grande partie de cet appareillage mécanique se trouve dans une obscurité absolue, l'importance d'un éclairage efficace est donc évidente.

Outre la question d'éclairage proprement dite, laquelle pouvait être résolue par l'adoption de grands foyers pour les grands espaces, et de petits foyers pour les petits espaces, il était désirable d'établir lequel des systèmes actuels résisterait au choc produit par l'explosion d'un des canons de 80 tonnes, lorsque les foyers se trouveraient dans l'intérieur de la tourelle. Cette difficulté n'existe pas dans les autres parties du navire, attendu que la vibration de la charpente et du corps du navire y est à peine perceptible lorsque les canons sont tirés.

En décembre 1880, des expériences eurent lieu avec le système Brush. 17 foyers (dits de 2000 candles chacun) furent employés, une machine ordinaire du système Brush, dite de 16 foyers, les alimentait sur un seul circuit.

L'éclairage des grands espaces comme la chambre des machines, dans lesquels les foyers pouvaient être laissés à des hauteurs convenables, a donné des résultats satisfaisants, mais pour les petits espaces la lampe Brush a été trouvée trop puissante, et l'on a songé à l'éclairage par incandescence.

Une modification à la lampe Brush a cependant été reconnue nécessaire et va être adoptée; le shunt ou dérivation qui a pour objet d'enlever automatiquement du circuit une lampe quelconque, en cas d'accident, était secoué, par la percussion due aux coups de canon, il cessait d'agir et occasionnait l'extinction de tout le circuit. Ce shunt va être placé à la jonction du fil de circuit et du fil de lampe, tout à fait indépendant par conséquent de la lampe elle-même. Les lampes elles-mêmes seront isolées de manière qu'il soit difficile de recevoir une secousse en les touchant.

Différents essais partiels d'éclairage par l'incandescence, n'ayant aucune relation les uns avec les autres ont eu lieu à diverses époques et ne méritent pas d'être rapportés. Enfin, le 28 mai, un nouvel essai

Digitized by Google

complet eut lieu sous les auspices de M. Edmunds, le représentant de l'inventeur du système à l'essai, M. Swan.

Neuf circuits en multiple arc étaient disposés, chaque circuit comprenant 22 à 28 lampes Swan disposées en séries, de telle sorte que les lampes appartenant à chaque circuit soient d'environ de même résistance et que la résistance totale de chaque circuit soit à peu près uniforme, savoir environ 1440 ohms à froid.

La machine dynamo-électrique employée était une machine ordinaire du système Brush, tournant à 750 tours par minute et donnant un courant d'environ 10 webers avec une force électro-motrice de 840 volts.

La résistance des lampes, froides, variait de 36 à 75 ohms, et à cause de cette grande variation, il n'était pas possible d'avoir toutes les lampes d'un même circuit à la même résistance, par suite l'effet obtenu était très inégal, quelques lampes étant beaucoup plus brillantes que d'autres.

Les foyers les plus brillants donnaient une lumière convenable, les autres étaient insuffisants; dans beaucoup de cas, les lampes étaient réunies par paires pour donner plus de lumière.

Le mauvais arrangement consistant à avoir un nombre considérable de foyers en séries a été clairement démontré dans ces expériences; lorsqu'une lampe fusait ou que les liaisons électriques se rompaient, toutes les lampes de la même série s'éteignaient subitement.

Les attaches des lampes elles-mêmes sont trop délicates pour des usages ordinaires et doivent être modifiées.

Mentionnons cependant que l'installation du système avait été très précipitée, sans aucune étude préalable; dans quelques cas les dispotions prises étant presque primitives. On n'a cherché à établir aucun chiffre relativement au prix de revient.

Suivant l'opinion des gens compétents ayant assisté à ces essais, la puissance lumineuse des foyers, estimée de 14 à 20 candles, était loin d'atteindre ce chiffre. D'autres essais doivent avoir lieu ultérieurement et, selon toutes probabilités des foyers moyens, se rangeant entre les foyers à arc voltaïque Brush et ceux à incandescence Swan et autres, tels que les bougies Jamin et Jablochkoff, seront aussi le sujet d'études et d'expériences.

L'éclairage électrique des quais de la Tamise.

La proposition de continuation de cet éclairage pour lequel le contrat expire à la fin du mois de juin, et soumise par la Société générale d'électricité au *Metropolitan Board of Worfs*, a été discutée

Digitized by Google

dans la dernière séance ordinaire hebdomadaire de cette institution, vendredi dernier, une décision étant finalement prise.

Le rapport du Comité des travaux, auquel la proposition de la dite Société avait été soumise, s'exprime ainsi :

« Votre Comité a pris en considération la lettre de la Société générale d'électricité que lui a renvoyée le *Board*, le 20 mai dernier, exposant les conditions dans lesquelles la Société continuerait l'éclairage de Victoria Embankment et du pont de Waterloo.

« Les conditions proposées étaient les suivantes :

« A partir du 1er juillet, le taux de l'abonnement sera réduit de 2 1/2 pence à 1 1/2 penny par heure et par foyer; le nombre de foyer sera porté de 50, nombre actuel, à 80 ou tout au moins 70; les heures d'éclairage seraient étendues à toute la durée de la nuit (au lieu de six heures par jour), le nouveau contrat aura une durée de cinq années.

« Le prix maintenant payé par le *Board* est 2 1/2 pence par heure, y compris la force motrice et les dépenses courantes, le nombre de foyers actuellement en fonction est de 50, dont 40 sur les quais et 10 sur le pont de Waterloo. Votre Comité ayant reçu, de votre chimiste consultant un rapport comparatif du coût de l'éclairage ordinaire au gaz des quais et du pont de Waterloo et de celui de l'éclairage électrique de ces mêmes endroits sur les bases proposées, duquel il résulte que le coût du dit éclairage par le gaz serait de £ 3. 2 s. par jour et par l'électricité de £ 3 par jour. Ce calcul est basé sur un éclairage électrique moyen de dix heures par jour, considéré comme de durée égale à un éclairage au gaz moyen de douze heures par jour, tenant compte de la durée de l'allumage et de l'extinction. La quantité de lumière fournie serait, d'autre part, comparée à celle fournie par l'éclairage au gaz, dans la proportion de 4,8 à 1.

« Votre Comité, ayant soigneusement étudié la question, est d'opinion que l'offre actuellement faite au *Board* est digne d'être favorablement accueillie. Il pense cependant, que la période proposée pour le renouvellement est trop longue et devrait être réduite à trois années. Sous réserve de cette modification, il considère que les conditions proposées par la Société peuvent être acceptées par le *Board*, et le Comité recommande, d'accord, l'acceptation. »

Après une courte discussion, le *Board* décida que la proposition de la Société serait acceptée pour une période de trois années, en maintenant le nombre actuel de 50 foyers.

Digitized by Google

Essai d'éclairage électrique à la Chambre des Communes.

Un essai d'éclairage électrique de la Chambre des Communes a eu lieu le 10 juin, de huit heures à neuf heures, pendant la suspension entre la séance de jour (finissant à huit heures du soir) et la séance de nuit (commençant à neuf heures du soir).

Le système employé était le système Brush.

Depuis quelque temps, le périmètre et l'intérieur de Palace Yard, l'entrée ordinaire de la Chambre des Communes, était éclairée en partie par le gaz qui y est consumé à profusion, et en partie par 16 foyers électriques Brush, ce dernier éclairage étant expérimental; il a donc été facile à ladite Compagnie d'entreprendre ces essais, car le moteur et la machine électrique se trouvant sur place, il a suffi de transporter les lampes de l'extérieur à l'intérieur.

L'éclairage actuel de la Chambre des Communes est effectué au moyen de 64 couronnes de gaz placées au-dessous d'un plafond lumineux composé lui-même de 64 panneaux carrés de verre peint ou vitraux, et chacun ayant environ $0^m,90$ de côté. La disposition de ce plafond lumineux affecte une forme rectangulaire, les panneaux se présentant par 4 dans un sens et 16 à la fois dans l'autre sens.

Douze foyers électriques du type ordinaire Brush avaient été installés dans un nombre égal de lanternes cubiques ayant environ 90 centimètres de côté, et pendantes, à l'intérieur de la Chambre, de telle sorte que le haut de chaque lanterne était de niveau avec le plafond; cette disposition avait probablement été nécessitée par la condition impérieuse dans laquelle les expérimentateurs se trouvaient de ramener le foyer lumineux au-dessous du plafond; si ceux-ci se fussent trouvés au-dessus, toutes les membrures assez larges et ornementées supportant les panneaux constituant le plafond lumineux eussent projeté des ombres fortes dans les différentes parties de la Chambre et produit un effet désagréable.

Les 5 faces visibles de chaque lanterne cubique étaient formées de verres dépolis. Les expériences préliminaires avaient montré que la lumière était trop forte lorsqu'elle n'était tamisée que par les petits globes généralement employés avec les foyers Brush. Était-on passé d'une extrémité à l'autre, et en voulant tamiser davantage avait-on tamisé trop? cela est probable, car il était incontestable que l'addition des verres opaques composant les lanternes était des plus malheureuses, car bien que la quantité de lumière donnée fût un peu supérieure à celle de l'éclairage au gaz primitif, elle était incomparablement au-dessous de ce qu'on avait droit d'espérer d'un pareil déploiement de puissants foyers électriques. Les représentants de la Compagnie Brush

Digitized by Google

admettaient eux-mêmes, du reste, que la perte de lumière due à ce tamisage extra raffiné n'était pas moindre, dans leur appréciation, de 60 pour 100.

Est-il besoin d'ajouter que la comparaison entre l'éclairage au gaz que l'on a allumé pour se rendre compte de la différence, et l'éclairage électrique (que l'on éteignait lorsque le gaz était allumé) ne pouvait avoir lieu sur des bases rationnelles, les 12 lanternes Brush ayant déplacé 12 des 64 couronnes de gaz, et un cinquième environ de l'éclairage total par le gaz venant ainsi à faire défaut?

On peut donc dire que, dans cet essai, les deux éclairages étaient d'intensités équivalentes. La différence de qualité à la lumière était frappante, le gaz donnant une lumière chaude et pénétrante, et la lumière électrique une lumière froide mais pure et avec laquelle on eût pu se croire à l'aube, tellement l'impression était exacte.

Les opinions exprimées sur les mérites des deux systèmes étaient naturellement très partagées; mais, sur le point de l'insuffisance, il y avait unanimité complète.

Le plancher même de la salle était assez pauvrement éclairé; les galeries, au contraire, l'étaient superbement; mais comme celles-ci se trouvent à mi-hauteur de la salle, elles recevaient quatre fois plus de lumière, ce qui explique la différence.

Les rangs de sièges placés sous les galeries se trouvaient dans une obscurité complète; le gaz était maintenu dans ce pourtour, et dans les expériences nouvelles qui doivent avoir lieu prochainement, une trentaine de foyers incandescents Swan doivent être chargés de l'éclairage de cette portion de la salle. On compte aussi beaucoup sur ce renfort pour améliorer l'éclairage du sol de la salle.

N'y a-t-il pas là une anomalie frappante établissant irréfutablement le vice de la disposition adoptée. En effet en comptant ainsi, on espère améliorer l'éclairage du sol avec 30 foyers de 15 candles, par exemple (c'est à peu près la puissance des foyers Swan), ou 450 candles; alors qu'on en a, au plafond, 12 de 2000 candles (chiffre annoncé) ou 24 000.

Le gaz a été banni de la Chambre pour certaines raisons; on a dû chercher la meilleure solution pour en tirer le meilleur parti dans les conditions où il pouvait être appliqué; ces dispositions peuvent être très vicieuses au point de vue de l'économie ou du rendement, mais il ne s'ensuit pas forcément que l'éclairage électrique doive être essayé avec les mêmes dispositions vicieuses.

Je dirai, en terminant, qu'en octobre 1878 j'assistai à l'inauguration de l'éclairage des Magasins Wells et Compagnie, de Shoreditch, dont la salle d'exposition est aussi haute que la Chambre des Communes, et

Digitized by Google

dont les dimensions sont d'environ la moitié de la longueur et la même largeur.

Quatre foyers Jablochkoff éclairaient cette vaste salle (et 8 desdits auraient éclairé une salle de longueur double comme la Chambre-Parlement) d'une façon beaucoup plus satisfaisante que les 12 précités n'éclairaient ladite Chambre.

Et en prenant les chiffres donnés par les parties intéressées, c'est-à-dire 2000 candles pour les foyers Bursh, 400 pour les foyers Jablochkoff, la proportion des lumières totales, en ramenant les salles à la même dimension, serait de $12 \times 2000 = 24000$ candles dans le Parlement et $8 \times 400 = 3200$ candles dans les magasins Wells et Compagnie. (Dans ce dernier cas, les foyers étaient disséminés dans la salle).

L'éclairage électrique de la Chambre des Communes a été maintenu pendant la séance de nuit. J. A. Berly.

FAITS DIVERS

—

Nous avons assisté la semaine dernière, à de très intéressantes expériences téléphoniques faites avec les nouveaux transmetteurs de M. Ader disposés spécialement pour recueillir la voix à distance. Le système était établi entre le Théâtre-Français et l'un des bâtiments du Palais-Royal. Nous avons pu entendre ainsi, confortablement installé dans un fauteuil, sans en perdre un seul mot, tout le premier acte de la spirituelle comédie de M. Pailleron : *Le monde où l'on s'ennuie.* Ce serait enlever tout intérêt à l'article que nous nous proposons de consacrer aux appareils de M. Ader, que de dire un seul mot des dispositions ingénieuses qui lui ont permis d'atteindre le magnifique résultat que nous enregistrons aujourd'hui.

Des appareils Ader relieront le Palais de l'Industrie à l'Opéra et à la Comédie-Française, pendant toute la durée de l'Exposition. En félicitant l'heureux inventeur, nous pouvons prédire, sans courir le risque d'être mauvais prophète, le plus grand succès aux *représentations théâtrales téléphoniques* de l'Exposition d'électricité.

—

M. Dolbear, en faisant des études sur les condensateurs parlants est arrivé à constituer un récepteur téléphonique d'une très grande simplicité. Il suffit de placer dans les oreilles de l'auditeur les deux cylindres de cuivre d'un petit électro-médical et de relier les conducteurs aux bornes du fil induit d'une petite bobine d'induction dont l'inducteur est placé dans le circuit d'une pile et d'un transmetteur à charbon. L'audition est, paraît-il, très nette, mais elle est accompagnée de petites secousses qui rendent l'emploi de l'appareil assez désagréable aux personnes nerveuses et facilement surexcitables.

Digitized by Google

On nous annonce l'apparition de deux nouveaux journaux d'électricité, le *Téléphone* et l'*Électrophone*. Comme les premiers numéros de ces organes spéciaux ne nous sont pas encore parvenus, nous attendrons le moment où nous les recevrons pour en parler davantage.

—

On nous demande de tous côtés si l'accumulateur Faure est en vente. Nous répondons oui, d'après les annonces des journaux, mais toutes nos démarches personnelles et celles de nos amis pour nous procurer un de ces accumulateurs et l'expérimenter ont échoué auprès de la Société. L'*abondance des demandes* retarde la livraison. Nous serions heureux d'apprendre qu'un de nos lecteurs a été plus favorisé que nous-même.

—

L'*Électricité* de Saint-Pétersbourg nous apprend qu'on vient de faire une exposition partielle des objets destinés à l'Exposition internationale d'électricité de Paris dans la petite ville de Solani, aux environs de Saint-Pétersbourg. Il va sans dire que cette sorte de revue préparatoire est fort incomplète et ne peut donner une idée nette du caractère que présentera la section russe au palais des Champs Élysées ; cependant l'exposition galvanoplastique de la fabrique de papier de l'empire russe et plusieurs nouveaux appareils de télé graphie présentent un grand intérêt. On a remarqué aussi les appareils de MM. Lemantoff et Slouginoff construits dans les ateliers de M. Brauer, fournisseur du cabinet de physique de l'Université de Saint-Pétersbourg.

—

Si l'on en croit le *New-York Times* — que nous avons d'ailleurs quelques raisons de suspecter, — la pile Faure serait dépassée de beauconp par un Anglais résidant en Amérique, le docteur Paget Higgs. M. Higgs affirme qu'il peut emmagasiner dans une canne de promenade l'énergie nécessaire pour entretenir une petite lanterne ou veilleuse électrique suffisante pour guider le voyageur par les nuits les plus noires, ou pour transformer le bâton du policeman en une baguette merveilleuse portant une batterie secondaire à l'une de ses extrémités et une lampe électrique à l'autre. C'est tout simplement l'histoire d'Aladin accommodée à la sauce scientifique.

—

L'étude des nouvelles applications de l'électricité, et des projets fantastiques échafaudés sur cette science encore inconnue à la plupart des inventeurs, ne va pas sans un peu de gaieté. Nous le prouverons dans un prochain numéro, en résumant quelques brevets qui dénotent chez leurs auteurs une vive et féconde imagination, mais une ignorance profonde, absolue, des premiers principes de la physique et de la mécanique.

Nous sommes certains à l'avance que les inventeurs nous pardonnerons nos critiques et seront les premiers à en rire,

Parce que rire est le propre de l'homme.

Les directeurs :

N. DE KABATH et G. MASSON

Le gérant : G. MASSON

3499. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

NOUVELLES RECHERCHES DE M. HUGHES

SUR LES ACTIONS MAGNÉTIQUES

II. — Modifications moléculaires permanentes produites dans une tige par le passage d'un courant[1].

Ainsi que nous l'avons dit dans la première partie, la balance d'induction est susceptible de faire connaître les modifications moléculaires internes qui produisent une tension ou une torsion que rien n'indique extérieurement : elle peut donc, on le comprend sans peine, servir à rechercher si le passage d'un courant à travers une tige conductrice produit un changement moléculaire. M. Hughes a trouvé qu'une verge de fer, qui préalablement essayée ne donnait naissance à aucun son, ce qui indiquait l'absence de toute action élastique interne, était modifiée instantanément par le passage du courant produit par un seul élément Daniell et que l'on entendait au téléphone un son qui, analysé au sonomètre, indiquait une torsion interne dont le sens coïncidait avec celui du courant et cette action persistait tant que, par un procédé quelconque, on n'avait pas détruit l'effet ainsi produit.

C'est ainsi qu'une barre de fer doux de 25 centimètres de long et de $0^{mm},5$ de diamètre essayée préalablement et ne donnant aucun son lorsqu'elle était au repos, fut soumise d'abord à une torsion élastique de 40 degrés qui produisit un son évalué à 50 degrés du sonomètre. La tige ayant été détordue complètement et ne donnant plus aucun son, ce qui prouvait qu'elle était dépourvue de tout effort interne, fut traversée par un courant (2 éléments au bichromate) et aussitôt après, étudiée au téléphone, elle donnait un son que l'on put évaluer à 40 degrés du sonomètre, son que l'on put faire disparaître en communiquant une torsion effective de 35 degrés, tandis que la torsion dans le sens opposé augmentait le son observé. L'expérience répétée de la même façon, mais en faisant passer le courant en sens contraire, donne un résultat de même nature et de même valeur,

[1] Société royale de Londres, 31 mars 1881.

Digitized by Google

mais opposé, le son correspond au même nombre de degrés du sonomètre, mais pour le faire disparaître, il faut une torsion mécanique égale et contraire à la précédente.

Ce fait prouve qu'il y a un changement dans la structure de la tige : en quoi consiste ce changement? est-ce une torsion effective de la masse de la tige? est-ce une modification moléculaire qui n'a pas laissé de trace extérieure?

M. Hughes conclut à cette dernière opinion : il fait remarquer que, bien que la torsion nécessaire pour annuler l'effet fût de 40 degrés, il n'a jamais observé aucun mouvement appréciable, aucune tendance à la rotation au moment du passage du courant. D'ailleurs l'effet se produit également lorsque la tige est solidement fixée à ses deux extrémités, ce qui empêche absolument toute torsion de la masse.

L'action se produit de la même façon si le courant passe pendant que la tige est soumise à une torsion élastique et cette action du courant s'ajoute à celle de la torsion ou s'en retranche, suivant le sens du courant et l'effet ainsi produit par le courant subsiste avec sa valeur et son signe, lorsque cesse l'action mécanique.

L'acier trempé donne des phénomènes de même nature, mais plus complexes au point de vue de l'intensité. Si la tige de fer est absolument exempte de magnétisme, on ne peut trouver aucune trace de l'action de l'aimant terrestre, le phénomène restant le même quelle que soit la direction de la tige. On ne peut non plus observer aucun effet produit par l'approche d'un fort aimant permanent dans une direction quelconque, si la tige était préalablement à l'état naturel.

Mais l'action de cet aimant sur une tige qui a été préalablement traversée par un courant et qui a conservé une torsion moléculaire interne, est de ramener instantanément cette torsion à 0, de ramener la tige à l'état naturel.

On arrive d'ailleurs au même résultat en faisant vibrer la tige pendant une minute environ, après la cessation du passage du courant (l'effet est augmenté au contraire si les vibrations ont lieu pendant le passage du courant).

L'action de la chaleur produit également un effet analogue et la tension interne disparaît si l'on chauffe la tige au rouge après

Digitized by Google

le passage du courant; mais, de même, l'effet est accru si la tige est chauffée pendant le passage du courant et si l'on cesse en même temps l'action du courant et l'action de la source de chaleur.

De toutes ces actions qui peuvent faire disparaître la disposition moléculaire produite par le courant, c'est l'aimant qui agit le plus rapidement.

Ajoutons que le courant produit son effet dans un temps excessivement court et que M. Hughes évalue à 0,01 seconde, la durée suffisante pour que l'action ait atteint son maximum.

Nous n'entrerons pas dans le détail des dispositions adoptées par M. Hughes pour assurer dans ses expériences que l'on n'ait pas à la fois un courant passant dans la tige et un courant passant dans la bobine inductrice, dispositions faciles à concevoir d'ailleurs, non plus que nous ne donnerons tous les chiffres qu'il indique. Il nous suffit d'appeler l'attention sur un travail intéressant qui indépendamment de toute théorie, de toute explication, contient des faits qui semblent nouveaux. Voici maintenant une analyse du second mémoire dans lequel M. Hughes a exposé la suite de ses recherches dans le même ordre d'idées.

III. — Influence d'une torsion élastique sur un conducteur électrique ou magnétique [1].

M. Hughes, ayant reconnu qu'un magnétisme intermittent produit par l'action d'une bobine donne naissance à des courants intermittents sous l'influence de la torsion, pensa que, inversement, une torsion intermittente devait produire de semblables courants sous l'influence d'un courant constant ou dans un champ magnétique permanent et chercha à mettre ce fait en évidence. Il employa un appareil analogue à celui que nous avons décrit (p. 257) auquel il apporta quelques modifications. On pouvait à volonté mettre dans le circuit de la bobine soit un téléphone sensible, soit un galvanomètre qui donnait des indications suffisantes, car les courants produits sont assez forts et d'une durée qui n'est pas trop minime, le téléphone est cepen-

[1] Société royale de Londres, 7 avril 1881.

Digitized by Google

dant plus avantageux parce qu'il fait connaître exactement le commencement de l'action et que, par l'emploi du sonomètre décrit précédemment, il permet de déterminer le sens du courant et d'en avoir une mesure. Le téléphone ne pourrait non plus servir si les courants présentent des intermittences peu rapides, mais on obvie à cet inconvénient par l'emploi du rhéostat microphonique.

Suivant que l'on veut remettre la tige en expérience à l'action d'un courant ou à l'action magnétique, on l'introduit dans un circuit contenant une pile de 2 éléments au bichromate ou bien on place dans le voisinage une bobine spéciale ou un aimant permanent.

Nous n'indiquons pas d'autres dispositions qui peuvent être adoptées et donnent également des résultats satisfaisants.

Si l'on emploie une tige de cuivre ou une tige de fer ne présentant *aucune trace* de magnétisme, alors qu'elle est traversée par un courant ou qu'elle est sous l'influence de l'aimant, on peut la tordre sans qu'aucun son soit perceptible dans le téléphone, ce qui prouve que les effets observés sont dus seulement au magnétisme de la tige.

Si l'on fait alors passer un courant pendant un instant à travers cette tige de fer, elle est immédiatement polarisée, et il n'est jamais possible de la ramener à son premier état; l'aimantation dans ce cas est plus puissante et plus persistante dans le fer doux que dans l'acier trempé. Ceci paraît en relation avec le fait que, dans l'acier trempé ou recuit, on ne trouve que des traces de courant dû à la torsion, tandis que dans les mêmes conditions le fer doux donne un courant bien plus considérable.

Pour obtenir ces courants il suffit de donner à cette tige une torsion de 5 à 10 degrés à droite ou à gauche du zéro pour que le courant se produise; si l'on se sert du galvanomètre, la déviation de l'aiguille montre que le sens du courant produit est lié au sens de la torsion. Le fait ne peut être perçu directement à l'aide du téléphone; on doit cependant signaler un bruit particulier au moment précis du changemet de sens. M. Hughes attribue ce bruit au changement rapide de sens de rotation de la polarisation. Ce bruit est entendu aussi nettement dans l'acier que dans le fer, ce qui tend à prouver que la polarisation moléculaire par le courant se fait également dans le fer et l'acier, et que, si

Digitized by Google

cette polarisation se produit moins énergiquement dans l'acier par la torsion, cela doit être attribué à la rigidité moléculaire de ce métal. Un fait qui viendrait corroborer cette opinion c'est que le fer donne un moindre courant sous l'influence de la torsion élastique si, par une torsion permanente, on lui a communiqué une rigidité moléculaire qui se rapproche de celle de l'acier.

Une barre de fer doux de 2 millimètres de diamètre ne donnant aucune trace de courant par la torsion donne un courant dans ces conditions, lorsqu'elle a été traversée par un courant pendant un instant, et l'action due à la polarisation ainsi produite serait aussi forte que si le courant passait d'une manière continue.

Une autre barre soumise soit à l'action d'un aimant, soit à celle d'une bobine donne également un courant par la torsion, mais l'action s'affaiblit rapidement et, après quelques torsions produites dans un sens et dans l'autre, elle s'annule presque complètement, tandis qu'elle subsiste presque sans changement si la tige a été soumise à l'action d'un courant. M. Hughes attribue cette différence à ce que la polarisation moléculaire ne doit pas avoir la même direction dans les deux cas, étant longitudinale sous l'influence de l'aimant et transversale sous l'action du courant traversant la tige de fer; la polarisation transversale serait plus stable que l'autre. Il fait d'ailleurs une intéressante application de cette remarque : une tige de fer doux est polarisée transversalement sous l'influence d'un courant qui la traverse; on la soumet alors à l'action d'un fort aimant qui, faisant tourner toutes les molécules, polarise la tige longitudinalement. Il suffit alors de quelques torsions pour ramener à l'état neutre cette tige d'une manière plus efficace que par l'action de la chaleur, ou par toutes les autres méthodes précédemment essayées.

Si l'on veut opérer sous l'influence d'une polarisation longitudinale constante, il faut maintenir d'une manière permanente un aimant en face de l'une des extrémités de la tige; mais dans tous les cas, et même avec un fort aimant d'un pouvoir portatif de 5 kilogrammes, l'action est moindre que celle obtenue par le passage momentané d'un courant, celle-ci pouvant être exprimée par le chiffre de 70 degrés sonométriques et celle-là par le chiffre de 50 seulement.

Digitized by Google

On peut prouver ainsi qu'il suit que la seule torsion d'un aimant polarisé longitudinalement n'a pas d'effet si elle ne correspond pas à la rotation des molécules : on donne une torsion à une tige d'acier fortement aimantée, et l'on n'obtient que des effets très faibles, même lorsqu'on la soumet d'une manière permanente à l'action d'un aimant ou à celle d'un courant. La torsion mécanique est la même cependant que pour le fer doux employé dans l'expérience précédente ; l'aimant est fortement magnétisé et le fer doux l'est moins, et cependant celui-ci donne une action énergique et celui-là une action presque nulle, comme si le mouvement d'orientation moléculaire était possible seulement dans le fer et non dans l'acier.

L'influence simultanée d'un courant traversant la tige et d'un aimant placée dans le voisinage a pour effet de diminuer notablement l'action produite. On conçoit dans ce cas, d'après les idées de M. Hughes, que l'on a alors deux polarisations magnétiques à angle droit dont les effets sont complexes, comme d'ailleurs cela est prouvé par les expériences suivantes. Une tige de fer doux de $0^{mm},5$ de diamètre est traversée par un courant intermittent qui ne produit aucune action tant qu'elle n'est pas tordue, mais qui pour une torsion de 20 degrés produit une action mesurée par le nombre de 50 degrés sonométriques ; la tige étant ramenée à une torsion nulle, si l'on approche latéralement le pôle d'un aimant permanent, on entend un son qui s'accroît jusqu'à ce que la distance ne soit que de 5 millimètres, puis il s'affaiblit et finit par s'annuler, le maximum étant égal à celui précédemment obtenu par la simple torsion.

D'autre part, si l'on a une tige à laquelle on a communiqué une torsion élastique de 20 degrés, et qu'on en approche un aimant, on aura soit un accroissement soit une diminution du son produit, suivant que l'on présentera un pôle ou l'autre, ce qui s'expliquerait, d'après M. Hughes, parce que dans ce cas l'orientation des molécules influencées par la torsion n'est pas la même suivant que l'un ou l'autre pôle a agi. En éloignant l'aimant, le courant produit est considérablement diminué (de 50 degrés à 5 ou 10 degrés) ; on peut prouver que la polarité n'est cependant pas détruite et que les molécules éprouvent seulement une certaine résistance à reprendre leur position, en remarquant que

Digitized by Google

si l'on donne une secousse à la tige ou si on la fait légèrement vibrer, l'action reparaît avec son intensité primitive.

C. M. Gariel.

(*A suivre*).

LE CONGRÈS DES ÉLECTRICIENS

Quinze jours à peine nous séparent de l'ouverture de l'Exposition universelle d'électricité et deux mois de la réunion du Congrès international des électriciens. Les indiscrétions que nous pourrions commettre sur l'installation de l'exposition et les merveilles qu'elle doit renfermer seraient d'un médiocre intérêt.

Il ne faut jamais regarder une féerie par la coulisse avant que tous les trucs soient machinés, aussi attendrons-nous l'ouverture pour en parler plus sûrement, car les remaniements de la dernière heure rendent toutes les descriptions anticipées aussi inexactes que peu intéressantes.

Il n'en est pas de même du Congrès international des électriciens, sur lequel reposent les espérances des savants, des industriels et des praticiens ; et il n'est pas inutile d'examiner dès aujourd'hui le rôle qu'il doit jouer, les services qu'il doit rendre à la science, et les avantages qu'en retirera l'industrie électrique.

En jetant les yeux sur la liste des membres français que nous publions dans ce numéro, on voit en effet que tous les éléments y sont représentés, le Congrès aura donc à s'occuper à la fois de science pure et de science appliquée.

La partie la plus importante de son œuvre résidera, à notre avis, dans l'unification des unités électriques et de la terminologie.

La lecture des ouvrages et des publications périodiques devient chaque jour plus difficile, par suite de l'abondance de mots nouveaux, impropres pour la plupart, mal choisis, mal définis, et qui causent souvent des erreurs regrettables. Nous signalerons, par exemple, la confusion qui s'établit souvent dans le langage entre *la force électro-motrice* et *la différence de potentiel*. Ainsi

Digitized by Google

dans l'Appendice au chapitre xx de l'ouvrage de M. Gordon, traduit par M. J. Raynaud on lit, tome I, page 520, ligne 5 : Une différence de potentiel est une force électro-motrice. C'est là une confusion des plus regrettables que nous voudrions voir disparaître de la langue électrique. La *force électro-motrice* est la *cause* de la différence de potentiel, ce n'est pas la différence de potentiel elle-même. Le Congrès aura donc à définir exactement, une fois pour toutes, la force électro-motrice, la différence de potentiel, la tension, etc., et l'on n'emploiera plus au hasard un mot pour un autre sans en avoir bien étudié au préalable l'exacte signification.

Le montage des piles et des appareils électriques sur un ou plusieurs circuits prête aussi à la confusion par suite de la multiplicité des termes qu'on emploie l'un pour l'autre à chaque instant.

Pour indiquer que l'on place plusieurs lampes électriques à la suite les unes des autres sur un même circuit on dit qu'elles sont montées *en tension*, *en série*, *en circuit*, si elles sont toutes branchées sur la source, comme dans certains systèmes à incandescence on dit qu'elles sont *en quantité*, *en dérivation* ou *en arc multiple*. S'il s'agit de piles, à ces trois derniers noms viennent encore s'ajouter ceux de *en surface* et *en batterie*.

Nous avons ici trop de noms pour exprimer une seule et même chose, d'autres fois au contraire, nous n'en avons pas un seul. Ainsi le mot *shunt*, qui est loin d'être accepté par tous les électriciens, se traduit fort mal en français par le mot *dérivation* qu'on emploie souvent pour le traduire. Le shunt est bien une dérivation, mais une dérivation n'est pas toujours un shunt. Comment traduire dans notre langue l'expression anglaise *dead beat?* Et le mot *cut-off*, etc.?

Il faut donc que le Congrès sanctionne officiellement tous ces mots un peu spéciaux, souvent inconnus de la masse des praticiens, en les définissant exactement et leur donne en quelque sorte droit de cité.

Voici encore un exemple pris dans l'application. D'une façon générale on est convenu de diviser les générateurs d'électricité en deux classes : les machines *magnéto-électriques* dont les inducteurs sont formés par des aimants permanents, et les machines

Digitized by Google

dynamo-électriques dans lesquelles les inducteurs sont formés par des électro-aimants. Il sera peut-être difficile de changer des noms aussi universellement admis, mais on sent combien ces dénominations sont insuffisantes et inexactes, et quel intérêt il y aurait, pour une classification simple et logique, d'établir une nomenclature précise, dans laquelle le nom même de chaque subdivision indique nettement à quelle nature d'appareils on a à faire.

Nous voudrions en un mot, qu'il s'établisse une classification en électricité analogue à la classification en histoire naturelle, dans laquelle les traits principaux d'un animal sont déjà définis lorsqu'on a fait connaître l'ordre, la classe, le genre et l'espèce auxquels il appartient.

Il serait utile aussi, pour faciliter la lecture des mémoires et des travaux dans lesquels la partie mathématique a une certaine importance, d'établir des symboles généraux, tout au moins pour exprimer les éléments physiques les plus employés. Aujourd'hui il existe quatre, cinq et jusqu'à dix symboles pour exprimer une quantité donnée ; la plupart de ces symboles sont communs à d'autres quantités, ce qui oblige à un véritable effort d'esprit lorsqu'on veut étudier une formule un peu compliquée. Enfin, nous signalerons en terminant, l'œuvre grande et utile de l'adoption universelle d'un *système coordonné de mesures électriques et mécaniques*. L'importance de cette adoption est reconnue et désirée par tous. Les quinze unités de résistance, les douze unités de force électro-motrice et les dix unités d'intensité aujourd'hui en usage font des mesures électriques actuelles une véritable tour de Babel que tous les praticiens considèrent avec effroi et répulsion. La Convention a eu l'honneur de créer le système métrique, dont l'usage sera universel avant la fin du siècle ; n'est-il pas digne de la France de travailler à l'unification des mesures électriques et de compléter, en profitant de l'occasion unique qui lui est offerte par le Congrès international des électriciens, l'œuvre de la Révolution?

E. Hospitalier.

Digitized by Google

TRANSPORT DE LA FORCE A GRANDE DISTANCE

Si on considère le système de deux machines électriques conjuguées pour le transport de la force on a :

$$i = \frac{E - e}{R + R' + \rho}$$

i étant l'intensité du courant qui circule, E la force électromotrice et R la résistance de la source, e la force électromotrice et R' la résistance du récepteur, ρ la résistance du conducteur intermédiaire.

On peut employer des conducteurs d'autant plus gros que la distance est plus grande et même, en théorie au moins, on pourrait les choisir pour chaque cas, de telle sorte que la résistance ρ fût invariable.

Mais en pratique il en est autrement, et quand on transporte la force à grande distance les résistances R et R' des deux machines sont petites par rapport à celle ρ du conducteur; on peut alors dire, en gros, que le travail utile est en raison inverse de ρ et par suite en raison inverse de la distance si le conducteur a un diamètre invariable.

Il faut remarquer que pour des machines dynamo-électriques la résistance proprement dite est celle de l'anneau seulement, et que celle des électro-aimants fixes doit entrer pour les calculs dans celle du conducteur.

MM. Thomson et Houston (de Philadelphie) dans la belle série de travaux qu'ils ont publiés sur les machines électriques ont étudié la question du transport de la force à grande distance et présenté un calcul très intéressant.

Reprenons la formule

$$i = \frac{E - e}{R + R' + \rho}$$

Si on ajoute à la source une seconde machine identique à la première et associée en tension avec elle; si on ajoute de même un second récepteur au premier, identique et lié en tension; si

Digitized by Google

enfin on double la longueur du circuit sans changer le diamètre du conducteur, on aura une intensité

$$i' = \frac{2\,E - 2\,e}{2\,R + 2\,R' + 2\,\rho} = i \qquad (1)$$

L'intensité est donc la même que dans le premier cas, mais le travail utile qui était d'abord

$$Tu = e\,i$$

sera maintenant $2\,e\,i$, c'est-à-dire qu'il aura doublé.

Si dans le raisonnement qui précède on avait substitué au nombre 2 un nombre quelconque n, rien n'aurait été changé et le travail utile serait devenu $n\,e\,i$.

Et la formule (1) deviendrait

$$i = \frac{n\,E - n\,e}{n\,R + n\,R' + n\,\rho} \qquad (2)$$

On peut formuler cette conclusion en langage ordinaire de la manière suivante :

Si la longueur du conducteur augmente dans un certain rapport, son diamètre restant le même, et qu'on augmente dans le même rapport la f. e. m. *et la résistance de la source et celles du récepteur, l'intensité reste la même et le travail utile croît dans le même rapport.*

Des raisonnements précédents on est fondé à conclure qu'un conducteur de faible diamètre peut suffire à transmettre à grande distance une force considérable ; c'était là le but auquel tendaient les auteurs du calcul ci-dessus. Dès que la question du transport électrique de la force s'était posée aux États-Unis, on s'était demandé dans quelles conditions on pourrait transporter à New-York la force des chutes du Niagara. Les premiers avis exprimés étaient purement d'appréciation et parmi ceux-là on cite le jugement d'un électricien qui prétendit qu'il faudrait pour le câble plus de cuivre qu'il n'en existe dans la région du Lac Supérieur.

MM. Thomson et Houston calculèrent que pour transporter cette force à 500 milles anglais (804 kilomètres) il suffirait d'un conducteur de 1/2 pouce de diamètre (12 1/2 m/m).

Digitized by Google

On peut théoriquement transporter 1000 chevaux-vapeur à une distance de 1000 kilomètres, puisqu'on peut dès à présent transporter un cheval à 1 kilomètre. Mais les potentiels seront très élevés en certains points du circuit et par conséquent il faudra isoler d'une manière beaucoup plus parfaite non seulement le conducteur intermédiaire, mais même les fils dans les machines. C'est là, sans doute, qu'on rencontrerait des difficultés insurmontables, si on voulait transporter 1000 chevaux.

Il va sans dire que, au lieu d'accoupler une série de machines identiques, il y aura avantage à construire des machines spéciales, pour transporter des travaux quatre fois, dix fois plus grands que la machine originaire.

La formule 2 peut s'écrire

$$i = \frac{n\,(E - e)}{n\,R + n\,R' + r} \qquad (3)$$

dans laquelle r est la résistance du circuit intermédiaire. Sous cette forme, elle fait bien comprendre que pour une distance donnée, il y a avantage à employer des machines d'une résistance propre un peu grande, attendu que leur F. E. M. est proportionnelle à cette résistance.

C'est dans cet esprit que sont construites les machines que M. Gramme fait pour le transport de la force. Alf. Niaudet.

L'ÉLECTRICITÉ DANS LA MEUNERIE

Nous trouvons dans les journaux agricoles américains, l'*Evening Corn Trade List* et le *New-York Exchange Reporter*, des détails curieux sur une application nouvelle de l'électricité qui excite une grande émotion dans le monde agricole en Amérique, et qui parait appelée à exercer une influence considérable même sur la minoterie française, comme le remarque avec raison notre confrère *La ligue de l'agriculture*. Il ne s'agit de rien moins en effet que d'une révolution accomplie dans la meunerie par l'emploi de l'électricité pour purifier la farine brute en séparant automatiquement le son.

Digitized by Google

Cette application aurait été réalisée en Amérique par MM. Osborne et Smith dans leurs grandes meuneries de Brooklyn, elle fonctionnerait aujourd'hui d'une manière entièrement pratique et donnerait même des résultats économiques tout à fait surprenants.

D'après les détails malheureusement incomplets qui nous sont fournis par les journaux américains, la séparation des parties diverses qui composent la farine brute s'opérerait en raison des différences de conductibilité qu'elles présentent : le son en particulier est seul bon conducteur du fluide, et il se trouverait isolé sous l'influence d'une décharge électrique en passant simplement sur des peaux de mouton chargées de fluide en tension; il viendrait alors tomber dans un réservoir en tôle spécial, tandis que la farine blanche et les matières albumineuses restées seules sur ce crible d'un nouveau genre, seraient ensuite dirigées sur un tamis destiné à séparer les qualités différentes.

Quant à la machine employée pour produire le fluide nécessaire, elle se composerait de cylindres vulcanisés animés d'un mouvement de rotation très rapide, et qui frotteraient constamment contre des bandes de peaux de moutons munies de leur laine; c'est comme on le voit, une expérience analogue à celle qu'on exécute souvent pour obtenir de l'électricité statique.

Les cylindres vulcanisés auraient environ $0^m,15$ de diamètre, et l'appareil tout entier présenterait un volume de $3^m,04$ de longueur, $1^m,20$ de hauteur, et $0^m,91$ de largeur. La surface du tamis de laine est de 1 mètre carré 11, il fonctionne par oscillation d'une manière continue sans aucune interruption en donnant environ 100 coups à la minute, et il peut passer 226 kilogrammes de farine brute par heure.

Ce générateur électrique présenterait, d'après les journaux américains, l'avantage d'être entièrement insensible aux variations de température. Il semble cependant que l'état d'humidité de l'air, par exemple, doit influer dans une certaine mesure sur la conductibilité de la laine et par suite sur la quantité et la tension de l'électricité ainsi produite.

Ce procédé nouveau fonctionnerait depuis près d'une année environ, et les inventeurs construiraient actuellement pour l'exploiter, à Minucapolis, qui est devenue aujourd'hui par ses mi-

Digitized by Google

noteries, une ville de grande importance, un moulin colossal pouvant produire plus de 3000 mètres cubes de farine par jour.

Le blutage électrique présenterait en effet de nombreux avantages tout à fait décisifs.

Il n'exigerait que le tiers de la force motrice employée dans les appareils de blutage ordinaire à air, il tiendrait peu de place, et permettrait d'éviter sûrement tout danger d'explosion, comme celles qui ont eu lieu à Glascow en 1872, et à Saint-Louis le 23 février 1881. Enfin il réaliserait sur la déperdition de la farine une économie qui ne serait pas moindre de 20 pour 100.

On comprend toute l'importance que l'emploi de l'électricité, si les détails que nous reproduisons ici sont entièrement exacts, va présenter pour la meunerie américaine, dont il va surexciter la production dans une mesure énorme.

Les moulins d'Amérique sont munis, en effet, des appareils perfectionnés les plus récents ; ils ont remplacé depuis longtemps déjà par des cylindres les meules antiques qui ont servi au moulage du blé depuis les temps les plus reculés, ils sont parvenus à acquérir une importance tout à fait prépondérante, et leur production en farine dépasse aujourd'hui celle de l'Autriche-Hongrie qui était restée jusqu'à présent le principal centre de cette industrie.

Les villes de Minucapolis et de Saint-Louis qui concentrent aujourd'hui la plus grande partie de la meunerie américaine ne produisent pas moins de 6000 mètres cubes de farine chacune par jour ; la construction des usines nouvelles, ainsi que l'emploi du blutage électrique va leur donner encore une extension considérable, et il y a lieu de penser que dans ces conditions, l'importation de la farine américaine va remplacer bientôt celle du blé en Europe. Dernièrement, le *Marck Lane Express* cité par la *Ligue de l'agriculture*, disait d'ailleurs que *cette importation s'était développée déjà au point de révolutionner la meunerie anglaise, et qu'elle avait exercé une grande influence sur le commerce du blé depuis le commencement de l'année.*

L. Baclé.

Digitized by Google

LE SIPHON-RECORDER

DE SIR W. THOMSON

(1er ARTICLE).

En inventant son SIPHON-RECORDER, sir William Thomson a eu surtout en vue d'enregistrer les signaux de son galvanomètre à miroir. On peut, en effet, faire fonctionner une ligne sous-marine avec un miroir à une extrémité et un recorder à l'autre bout. La clef de transmission est absolument la même dans les deux cas. On sait que le miroir, de même qu'un galvanomètre, indique exactement et d'une façon constante les variations d'intensité qui se produisent dans le courant reçu. Le rayon lumineux suit chacune de ces variations, soit qu'elles proviennent des courants naturels qui se produisent dans la ligne, soit qu'elles aient pour cause les émissions de courants destinées à former les signaux. L'œil, en suivant ces effets variés, ne tient pas compte du déplacement du zéro normal provenant du courant qui mesure le potentiel électrique du câble à son extrémité, il enregistre seulement les oscillations plus courtes qui cheminent pardessus ces grandes ondes.

Dans le recorder où les rôles sont changés (puisque la bobine des signaux est mobile), les indications ci-dessus sont fournies graphiquement par l'appareil lui-même. La ligne du zéro reste droite si aucun courant naturel ne l'influence, elle s'infléchit légèrement vers le haut ou vers le bas suivant l'état électrique normal du câble, et les signaux s'inscrivent en dessus ou en dessous de cette ligne médiane.

Dans le miroir, sir William Thomson avait obtenu un indicateur *sans poids* d'une grande longueur, en utilisant la réflexion d'un rayon lumineux sur un écran. Dans le recorder, il est parvenu à obtenir, sur une bande de papier, les indications d'un pointeur qui les enregistre *sans aucun frottement;* son nouvel appareil conserve donc, en grande partie, la sensibilité exquise du miroir, sans lequel il eût été impossible de faire fonctionner les grands câbles actuels. Grâce à de nombreuses et importantes modifications, le recorder fonctionne maintenant partout où le miroir pouvait seul être employé autrefois. Les grands câbles de l'Atlantique, aussi bien que ceux de la mer Rouge et de la mer des Indes sont exploités au moyen de cet appareil qui, enregistrant les signaux sur une bande mobile, offre un avantage considérable sur le miroir dont les signaux fugitifs engendraient des erreurs et fatiguaient d'ailleurs beaucoup la vue des employés.

Digitized by Google

Il serait sans doute très intéressant de rapporter ici chacune des nombreuses modifications que sir William Thomson a fait subir au recorder, mais nous devons nous borner à décrire le type de l'appareil généralement adopté.

Toutefois nous dirons quelques mots du premier brevet pris le 23 juillet 1867. Il donne la description de l'appareil original qui a été utilisé dans quelques stations de » l'*Eastern Telegraph Company* » et mérite par conséquent qu'on s'y arrête un instant.

PREMIER APPAREIL DE SIR W. THOMSON.

Dans ce premier appareil, sir William Thomson suspendait un écheveau de fils métalliques très fins (ayant la forme d'un cadre rendu rigide au moyen d'un vernis à la cire passé sur chaque couche de fil), autour d'un des pôles d'un fort aimant en fer à cheval fixe, formé, comme les aimants Jamin, de nombreuses lames d'acier aimanté. La bobine ainsi placée dans un champ magnétique intense, en subissait l'action lorsque le courant de la ligne la traversait dans un sens ou dans l'autre. Elle communiquait d'ailleurs ses mouvements à un siphon rattaché à l'écheveau de la bobine par un fil de cocon. Une machine électro-statique, entraînée par le mouvement d'horlogerie qui déroulait aussi la bande de papier, envoyait son courant à travers le siphon, qui crachait l'encre d'une façon continue sur le papier et formait ainsi une ligne non interrompue de petits points indiquant à tout instant la position du siphon [1].

Le principe de l'appareil n'a pas changé, mais sa forme a été profondément modifiée et améliorée. Les trois organes essentiels, le moulin électrique, la bobine des signaux et le siphon ont été changés de place, de manière à donner des résultats plus statisfaisants.

Dans l'appareil actuel, le moulin électrique combine les deux fonctions de moteur électro-magnétique (dont le mouvement sert au déroulement de la bande de papier), et de machine d'induction, dont les étincelles, dirigées à travers le siphon, déterminent le crachement continu de l'encre sur le papier. Tous les physiciens connaissent les difficultés qu'on éprouve à entretenir un flux constant d'électricité statique dans une machine électrique placée dans une pièce occupée par de nombreuses personnes.

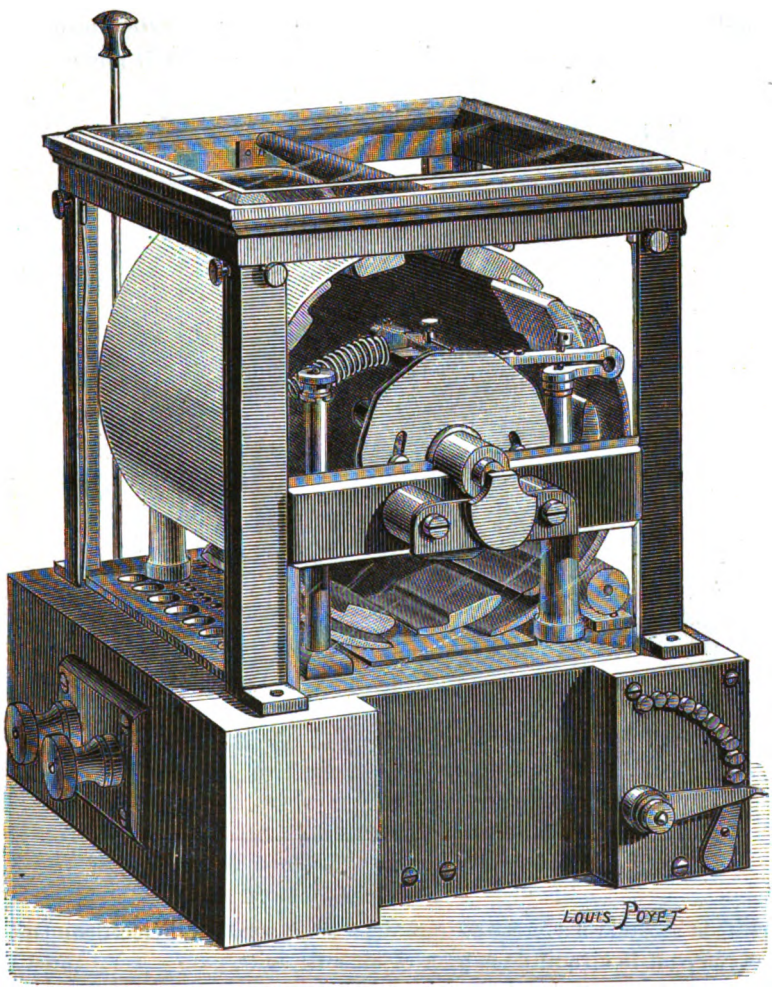
Malgré ces difficultés, le moulin électrique ou *mouse-mill*, fait rarement défaut dans le service. Nous dirons grâce à quelles précautions.

[1] L'appareil original a été décrit dans les « *Annales industrielles* » du 13 août 1873.

Digitized by Google

MOUSE-MILL.

Les figures 1 et 2 représentent l'ensemble de ce moulin électrique. Une série de barreaux de fer doux a^1, a^2,.....a^{10}, sont disposés comme



Siphon-recorder de sir W. Thomsom. — Vue du mouse-mill par l'arrière.

les douves d'un tonneau, mais elles ne se touchent pas. Des tiges en fer e^1, e^2,..... e^{10} les maintiennent en place et les relient à un disque

Digitized by Google

central en ébonite rattaché à un axe *c*. Un électro-aimant, dont les barreaux de fer doux arrivent au ras de la base du moulin, communique par deux bornes avec la pile à auge spéciale, dont nous donnerons plus loin la description. Quant le courant de cette pile parcourt l'électro-aimant A, la barre de fer doux la plus rapprochée est attirée, mais aussitôt qu'elle est arrivée sur l'électro-aimant, un interrupteur supprime le courant de pile et la barre dépasse l'électro-aimant par sa vitesse acquise. Ce mouvement suffit à remettre la pile en cir-

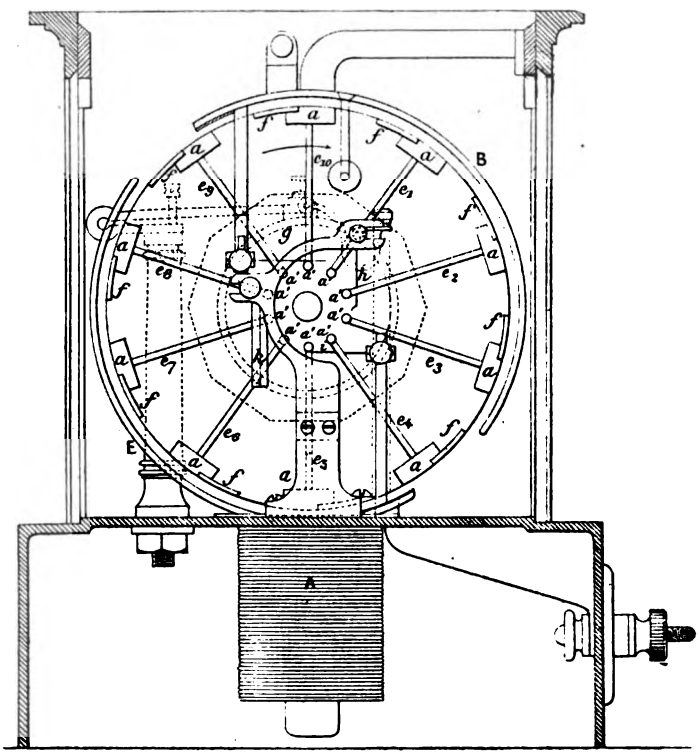


Fig. 1.

cuit, la seconde barre est attirée, dépasse à son tour l'électro-aimant en rompant le circuit de la pile, et ainsi de suite.

Interrupteur. — Les dispositions de l'interrupteur sont représentées dans les figures 3, 4 et 5. Les deux pôles de la pile arrivent l'un en *d*, l'autre en *e*. Le circuit est fermé quand l'écrou en platine *c*, fixé au ressort *d*, s'appuie sur la pièce de contact *e*. A tout autre moment, le barreau d'ébonite *f*, isole ces deux contacts l'un de l'autre. La pièce

Digitized by Google

de contact mobile *c* est formée d'un morceau de gros fil de platine soudé à l'extrémité du ressort en acier *d*. Cette extrémité est rattachée à un morceau d'aiguille à tricoter *x*, fixé dans la ligne du ressort et dépassant d'environ deux centimètres la pièce de contact *c*. L'autre extrémité du ressort est fixée à la pièce métallique *g* avec laquelle elle est en contact, faisant ainsi partie du circuit qui est complet lorsque la pièce mobile *c* vient presser le contact fixe *e* et que l'aiguille *x* descend sous les pans coupés de la came A. La came soulève l'aiguille *x*, et interrompt le contact, le laissant libre de le rétablir par sa propre élasticité au moment voulu. Le ressort *d*, presque hori-

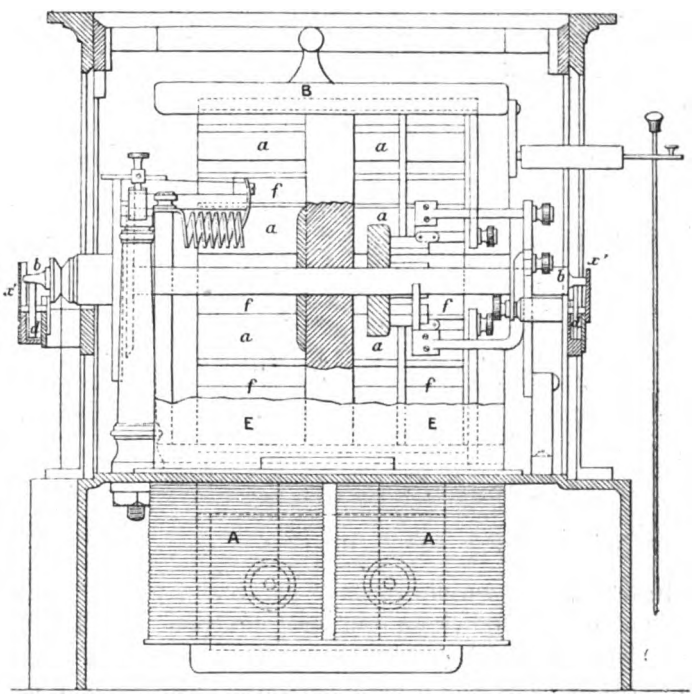


Fig. 2.

zontal lorsqu'il établit le contact, subit une flexion assez considérable. Démonté et reprenant sa forme normale, ce ressort est courbé. Cette disposition assure le contact. Une vis *w* sert à soulever ou abaisser le ressort *d* et à régler la durée des contacts. L'instant précis de ces contacts s'obtient en calant la came sur son axe et en la fixant dans la position voulue au moyen des vis *i* et *j*. La came D, étant décagone, on voit qu'elle soulève le ressort mobile dix fois par tour et inter-

Digitized by Google

rompt et rétablit le même nombre de fois le contact entre *c* et *e*, l'électro-aimant agit donc le même nombre de fois sur les barreaux de fer doux du moulin.

Les supports de l'axe de la machine électro-magnétique sont construits de façon à n'offrir qu'un frottement très faible. On y parvient

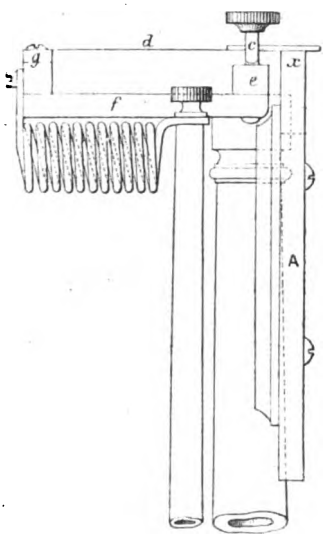


Fig. 3.

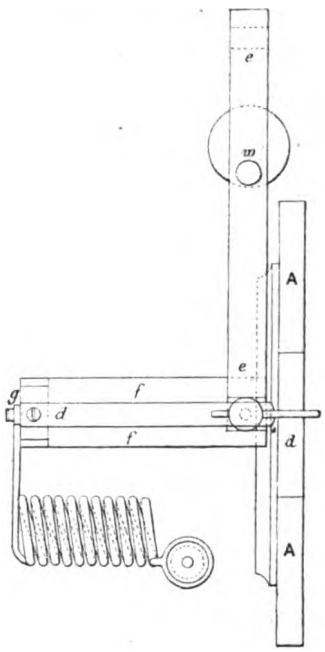


Fig. 4.

en plaçant les pivots sur des galets *dd* (fig. 2). Ces pivots sont retenus par deux guides parallèles à frottement doux qui les empêchent de glisser hors des galets. Le mouvement du support est maintenu suivant son axe par deux plaques d'acier *x'* fixées perpendiculairement à cet axe à une distance légèrement supérieure à sa longueur. Les galets en acier *dd*, sont arrondis sur leurs bords, les pivots plongent dans un godet plein d'huile fine ; ils sont donc (aussi bien que les pivots du support principal), constamment lubréfiés. Les joues qui guident ce support font d'ailleurs porter le frottement presque en entier sur les galets, car le frottement subi par le guide ne sert qu'à maintenir les pivots en place.

La vitesse du moulin est réglée par des résistances ajoutées ou enlevées au circuit de l'électro-aimant. Dans quelques appareils, l'étin-

Digitized by Google

celle qui se produit à l'interrupteur au point *e* est diminuée par l'emploi d'un shunt permanent reliant les extrémités des bobines de la machine électro-magnétique. Nous avons dit que cette partie de l'appareil avait pour but d'entraîner le papier. L'extrémité du support du moulin est munie, en dehors de la cage en verre, d'une poulie à gorge sur laquelle passe une corde sans fin formant bande. La corde à fouet est celle qui convient le mieux, bien qu'on emploie aussi parfois des lanières de cuir rondes comme pour les machines à coudre. La corde sans fin vient s'enrouler sous un grand disque en bois, J, dont l'axe se projette à l'avant de l'instrument. Une roue en plomb lui fait contre-poids et porte plusieurs gorges de rayons différents qui permettent de faire varier à volonté la vitesse d'entraînement du papier. Une seconde bande passant sur la gorge d'une poulie fixée à l'axe du cylindre de déroulement, communique le mouvement du moulin au système des cylindres entraînant le papier. Le cylindre inférieur est

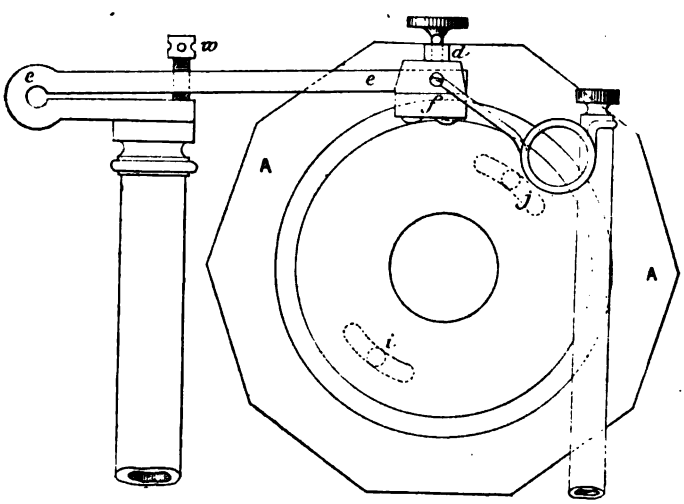


Fig. 5.

maintenu par un ressort qui le presse contre la bande de papier. Des guides retiennent en place le disque en bois et empêchent la transmission des vibrations mécaniques du moteur principal au papier. Le moulin fonctionne aussi comme appareil d'induction. A cet effet, le disque d'ébonite *g*, porte dix petites tiges en laiton a^1, a^2,..... a^{10}, qui conduisent l'électricité. Le disque *g* (fig. 1) et les goupilles qu'il supporte sont entourées en partie par une enveloppe métallique soigneusement isolée des goupilles par un revêtement de parafine.

Digitized by Google

Cette enveloppe métallique circulaire forme deux parties de dimensions égales dont l'une E communique à la terre, tandis que l'autre B est complétement isolée. L'électricité de ce second demi-cylindre doit s'écouler à travers le siphon par le conducteur *p* (fig. 2), le réservoir d'encre, le siphon et la bande de papier, sous laquelle se trouve une platine métallique communiquant avec la terre et la deuxième partie cylindrique de l'inducteur. Toutes les pièces supportant le siphon et le réservoir d'encre sont en ébonite soigneusement parafinée.

Fonctionnement du mouse-mill. —. En tournant dans le sens indiqué par la flèche (fig. 6), les douves du moulin passent successivement sous les demi-cylindres fixes des inducteurs; les goupilles viennent frotter contre des ressorts *aa'*, *bb'* où *a* communique avec l'inducteur P et *a'* avec l'inducteur E, les deux autres ressorts *b* et *b'* étant reliés entre eux et soigneusement isolés du massif de l'appareil. Supposons que l'inducteur P soit électrisé positivement quand l'appareil commence à tourner. Les douves opposées *c* et *c'* sont en contact métallique entre elles puisque les goupilles qui les joignent touchent aux ressorts *b* et *b'*. A ce moment, la charge positive de P décompose l'électricité de *c*, *c'*, attirant le fluide négatif vers *c* et repoussant le positif vers *c'*. Mais en tournant *c* vient en contact avec *a'* et sa charge négative s'écoule à la terre; d'un autre côté *c'* vient toucher *a* et sa charge positive étant transportée dans P, augmente la quantité d'électricité positive existant déjà dans cet inducteur, ce qui a pour effet d'accroître l'action inductrice de P sur les douves successives de l'appareil. Ainsi la charge de P va en augmentant à chaque tour du moulin. L'action a lieu dès que le potentiel de l'inducteur P est un peu différent de celui de l'inducteur E. Si P était négatif par rapport à E au début, ce serait alors sur P que s'accumulerait la charge négative. Il serait très difficile, sinon impossible, de réduire E et P assez exactement au même potentiel pour empêcher P de

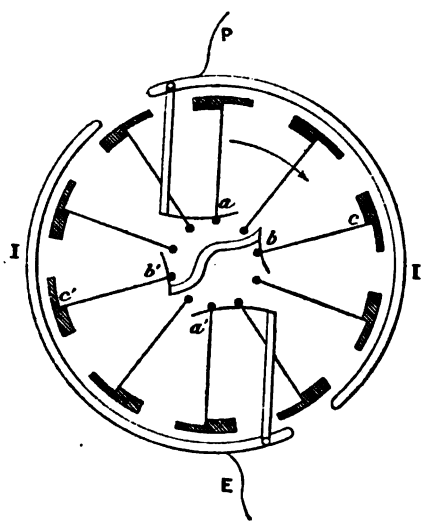


Fig. 6.

Digitized by Google

prendre une charge très élevée même après quelques tours du moulin.

Les porteurs (nous appelons ainsi les douves) et les inducteurs laissent parfois échapper des étincelles à travers la couche d'air qui les sépare, c'est alors un indice que l'isolement des pièces est imparfait, et dans ce cas la couche de parafine doit être renouvelée.

L'électricité de haut potentiel qui est accumulée sur B (fig. 1 et 2) n'est pas communiquée directement à l'encre dans le siphon afin d'empêcher des étincelles d'éclater entre la pointe du siphon et la plaque métallique sur laquelle passe le papier bande. L'inducteur B est mis en communication avec une tige en laiton *p*, qu'on peut élever ou abaisser à volonté et que l'on maintient à une distance convenable d'un plateau métallique. L'électricité s'écoule par l'air, de la pointe au plateau horizontal, puis, par l'encrier et le siphon, à la terre qui aboutit à la platine métallique située sous la bande de papier. Un excès d'électricité détermine des vibrations du siphon assez intenses pour dénaturer les signaux. Cet excès d'électricité peut être dérivé à la terre sans passer par le siphon, au moyen d'une tige horizontale fixée au massif de l'appareil et que l'on rapproche plus au moins, suivant le besoin, de la tige conductrice *p*.

Certaines qualités de papier opposent une résistance considérable au passage de l'électricité, principalement dans les temps secs. On augmente la conductibilité de ces papiers en trempant les rouleaux dans l'eau pure ou mieux dans une solution de 2 pour 100 de nitrate d'ammoniaque[1]. Parfois aussi on fait usage de la vapeur d'eau en plaçant sous la bande, dans son déroulement, un plat métallique plein d'eau chauffée au gaz.

Un tiroir en plomb dans lequel on maintient des morceaux de pierre ponce imbibés d'acide sulfurique, permet de maintenir très sec l'intérieur du moulin qui est d'ailleurs hermétiquement fermé par des glaces bizeautées. On n'emploie que de l'acide sulfurique très concentré et très pur que l'on a fait bouillir pendant une demi-heure avec du sable et quelques cristaux d'ammoniaque. Dans certaines stations froides et humides, on est obligé de réchauffer le moulin en faisant passer un courant de vapeur très chaude par un tube en plomb replié dans le tiroir et relié à une bouillotte en fer blanc chauffée au gaz ou à l'alcool.

Grâce à ces précautions et à l'isolement parfait des supports, l'élec-

[1] Ce résultat s'obtient aussi souvent en déposant simplement pendant un certain temps le rouleau à employer sur la grille en zinc de la pile à auges.

Digitized by Google

trification de l'encre et du siphon peut être maintenue très uniforme. La perfection des signaux dépend d'ailleurs du siphon lui-même et de l'ajustement de la bobine des signaux. A. L. TERNANT.

(*A suivre*).

SUR UNE MODIFICATION DU MICROPHONE DE WHEATSTONE
ET SON APPLICATION AUX RECHERCHES RADIOPHONIQUES

PAR M. GRAHAM BELL[1]

Au mois d'août 1880, j'ai signalé ce fait que des disques ou diaphragmes minces de diverses substances produisaient des sons sous l'influence d'un rayon de soleil intermittent, et j'ai exprimé l'opinion que les sons étaient produits par des troubles moléculaires produits dans la substance même du diaphragme. Peu après, Lord Rayleigh entreprit une étude mathématique du sujet et en conclut que les effets sonores étaient dus aux tensions des plaques sous l'action d'échauffements inégaux. Cette explication a été récemment mise en doute par M. Preece qui a exprimé l'opinion que, bien que des vibrations puissent être produites dans les disques par un rayon intermittent, elles n'étaient cependant pas la cause des phénomènes observés.

D'après lui, les vibrations de l'air qui produisent le son prennent naissance spontanément dans l'air lui-même, par des dilatations subites dues à la chaleur transmise par le diaphragme, chaque augmentation de chaleur produisant une nouvelle impulsion. M. Preece avait été conduit à rejeter l'explication théorique de Lord Rayleigh par suite de l'insuccès des expériences entreprises pour la vérifier.

Il était alors obligé, — en présence de l'insuffisance apparente de la théorie, — de chercher dans une autre direction la cause des phénomènes, et il adopta l'ingénieuse hypothèse dont nous venons de parler. Mais les expériences négatives entre les mains de M. Preece réussirent parfaitement en Amérique, dans des conditions meilleures, et firent disparaître la nécessité d'une autre hypothèse.

J'ai montré dans une note récente lue devant l'Académie nationale des sciences, le 21 avril 1881, que les sons proviennent de dilatations et de contractions de la matière soumise à l'action du rayon intermittent, ce qui produit un va-et-vient du diaphragme capable de produire des effets sonores.

[1] Communication faite à la Société de physique de Washington par M. G. Bell, le 11 juin 1881.

Digitized by Google

Il m'a semblé que l'insuccès de M. Preece pour entendre à l'aide d'un microphone délicat les vibrations sonores que nous observions si bien dans nos expériences pourrait s'expliquer par ce fait qu'il a employé la forme ordinaire du microphone de Hughes représenté (fig. 1), et que la surface vibrante était réduite à la partie centrale du disque.

Dans ces conditions, il pouvait parfaitement arriver que les deux supports A B du microphone touchent des parties du diaphragme pratiquement au repos. Il était intéressant de vérifier par l'expérience la localisation supposée de ces vibrations et je suis heureux de vous

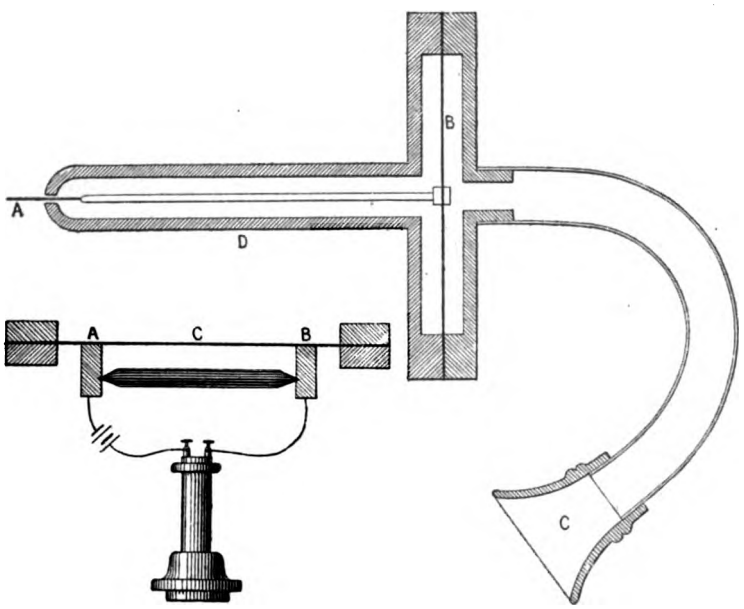


Fig. 1. Fig. 2.

montrer aujourd'hui (fig. 2) l'appareil qui m'a permis de vérifier le fait.

L'appareil est une modification d'une forme de microphone imaginée en 1827 par sir Charles Wheatstone ; il se compose essentiellement d'un fil rigide A dont une extrémité est solidement attachée au centre d'un diaphragme métallique B. Dans la disposition originale de Wheatstone, le diaphragme était placé directement contre l'oreille, et l'extrémité libre du fil s'appliquait contre un corps sonore quelconque, une montre par exemple.

Dans la disposition actuelle, le diaphragme est fixé à sa circonfé-

Digitized by Google

rence comme celui d'un téléphone et les sons arrivent à l'oreille par un tube en caoutchouc C. Le fil traverse un manche perforé D ouvert seulement à son extrémité.

Lorsque le point A est appliqué au centre d'un diaphragme sur lequel on fait tomber un rayon de soleil intermittent, on entend un son musical bien net en appliquant l'oreille contre le cornet.

La surface fut alors explorée avec la pointe du microphone et l'on entendit des sons sur toute la partie illuminée et la partie correspondante de l'autre face du diaphragme. Au delà de cette surface et sur les deux faces, les sons diminuaient d'intensité et finissaient par ne plus être entendus à mesure qu'on s'éloignait de la partie éclairée.

Aux points où l'on aurait naturellemsnt placé les supports d'un microphone de Hughes (fig. 1), on ne percevait aucun son, pas plus que sur les supports auxquels le diaphragme était fixé. Les résultats négatifs de M. Preece en Europe peuvent donc s'accorder avec les résultats positifs obtenus en Amérique par M. Tainter et moi-même. On obtient une démonstration encore plus curieuse de la localisation des vibrations dans le cas d'une grande masse métallique. Un rayon intermittent de lumière solaire était projeté sur un poids en cuivre jaune de 1 kilogramme, et la surface de ce poids était explorée avec le microphone représenté figure 2. On entendait un son faible mais distinct en touchant la surface illuminée et une petite zone tout autour, mais plus rien au delà.

Dans cette expérience comme dans le cas d'un diaphragme mince, il était nécessaire, pour obtenir des sons, d'avoir un contact entre la pointe du microphone et la surface explorée. Je ne prétends pas nier que des sons puissent être produits comme l'indique M. Preece, mais je crois avoir démontré, par nos expériences, que la nature d'action décrite par Lord Rayleigh se produit actuellement et qu'elle suffit à expliquer les effets observés.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES QUAIS DE ROUEN

On sait qu'à la fin de l'année 1880, la Chambre de commerce de Rouen, en présence de l'insuffisance des quais de la ville, résolut d'obvier à cet inconvénient en essayant de trouver un moyen pratique d'éclairage convenable, pour favoriser le déchargement des navires pendant la nuit. Des expériences furent entreprises, la Société industrielle de Rouen nomma une Commission chargée de la représenter,

Digitized by Google

dont M. J. Cloüet, professeur à l'École de médecine, fut nommé secrétaire. Le rapport de cette Commision a été présenté il y a quelques mois à la Société industrielle de Rouen et vient de nous parvenir. Nous en ferons connaitre ici seulement les conclusions qui nous paraissent intéressantes.

L'appel de la Chambre de commerce de Rouen a reçu trois adhésions : celle de la maison Sautter et Lemonnier, celle de la maison Lontin, et enfin celle de la Compagnie Jablochkoff. Au bout de peu de temps, M. Lontin se retira et la maison Siemens frères, de Londres, offrit d'éclairer la rive droite, offre qui fut agréée.

La maison Sautter et Lemonnier employait la machine Gramme et le régulateur Serrin; la Compagnie Jablochkoff, ses bougies et la machine Gramme à courants alternatifs avec excitatrice séparée; la maison Siemens a fait usage de deux sortes de foyers, les foyers de faible intensité étaient des régulateurs différentiels alimentés par une machine à courants alternatifs de Siemens du type de 10 lumières, les foyers puissants, alimentées par des machines Siemens à courants continus étaient de deux modèles, l'un connu sous le nom de *pendulum*, l'autre sous le nom de *régulateur*.

Le but que ces différents éclairages devaient atteindre est ainsi défini dans le rapport :

1° Permettre de charger, décharger et d'appareiller pendant la nuit;

2° Faciliter le gardiennage nocturne des marchandises déposées sur les quais [1].

La Commission est unanime à demander l'adoption à bref délai d'une innovation dans l'éclairage des quais capable d'atteindre ce but.

Quelle est, à ce point de vue, la conséquence à tirer des essais d'éclairage électrique qui ont eu lieu? Le programme tracé dans l'exposé du rapport, et qui se résume aux deux points ci-dessus énoncés, a-t-il été rempli?

La Commission répond à cette question par une nette affirmative. Le problème a été résolu, non pas, à la vérité, d'une façon parfaite, mais d'une façon satisfaisante. La lumière électrique remplit les conditions essentielles du programme, et cette affirmation se trouve corroborée par les impressions du public qui a suivi les expériences.

[1] L'insuffisance de l'éclairage des quais de Rouen est telle que les marchandises y sont l'objet de déprédations et de vols nocturnes qu'on n'a pas encore réussi à réprimer et qui, d'après certaines appréciations de gens compétents, atteindraient 200,000 francs par an.

Digitized by Google

D'ailleurs cette déclaration ne s'applique pas indistinctement à tous les systèmes.

La Commission a écarté la lumière divisée à installation fixe, qui ne donne que l'éclairage des quais, celui du pont et du fleuve devant, le cas échéant, être fourni par une installation complémentaire de lampes mobiles. La Commission ne dénie pas les qualités de la lumière divisée, seulement elle trouve qu'elles ne s'adaptent pas à la circontance, d'autant plus que l'éclairage de l'intérieur du navire doit rester indépendant de l'éclairage général du port.

Cette élimination faite, la préférence reste acquise au système des phares à grande intensité, sur py nes de grande hauteur.

Les phares répandent la clarté sur le fleuve, le navire et les quais. Les ombres portées, un peu épaisses mais peu nombreuses, pourraient, au besoin, servir d'observatoires d'où la surveillance rayonnerait sur une zone illuminée d'une grande étendue.

En définitive, malgré quelques inconvénients que la pratique viendrait, sans nul doute, corriger, c'est pour le système des phares que la Commission s'est unanimement prononcée, parce qu'elle leur a reconnu l'ensemble des mérites nécessaires pour justifier l'installation de l'éclairage électrique dans le port.

Le problème se réduit à une question de préférence entre le phare de la maison Sautter et Lemonnier et celui de MM. Siemens.

En se basant sur la comparaison des mesures photométriques et les expériences mécaniques faites par la Commission, il résulte des chiffres du rapport que le phare de la maison Sautter et Lemonnier présente plus d'avantages au point de vue de la lumière versée, du travail dépensé et du charbon consumé par les lampes, par hectare superficiel.

L'ÉLECTRICITÉ DANS LES THÉATRES

ET L'ORDONNANCE DE POLICE DU 16 MAI 1881

A la suite de l'incendie du théâtre de Nice, l'opinion publique s'émut, et une nouvelle ordonnance, abrogeant celle de 1864, étudiée par le service de l'architecture de la Préfecture de police, le colonel des sapeurs-pompiers et le conseil d'hygiène publique et de salubrité, vient d'être promulguée par le Préfet de Police, dans le but d'écarter autant que faire se peut les chances d'incendie, assurer, en cas de feu, la promptitude et l'efficacité des secours, et rendre aussi rapide que possible l'évacuation du théâtre par le public.

Digitized by Google

Dans le rapport au président du conseil, nous avons trouvé les considérations suivantes relatives à l'éclairage électrique des théâtres :

« Quelques personnes ont pensé à imposer l'éclairage dans les théâtres.

« La divisibilité de cette lumière n'ayant pas encore reçu la sanction de la pratique, son emploi n'excluerait pas celui de tout autre mode d'éclairage. Cette innovation modifierait absolument l'aspect de la salle et du spectacle, et le public pourrait ne point l'accueillir favorablement.

« Il n'y a donc pas lieu de prescrire l'usage exclusif de la lumière électrique. Cependant, elle peut être employée; elle est même utile pour produire certains effets : par suite, nous avons dû nous préoccuper des dispositions qu'elle rend nécessaires. C'est une illusion assez commune que de croire la lumière électrique absolument exempte de dangers. La rupture de courants puissants développe des températures considérables : par suite, l'installation défectueuse, le mauvais état des fils, sont autant de causes qui pourraient, dans certains cas, déterminer des accidents et des commencements d'incendie. J'ai donc décidé que les fils de communication seraient parfaitement isolés et que, pour prévenir tout danger de rupture, ils seraient en outre placés dans un conduit incombustible.

« Des dispositions seront prises pour empêcher la projection des charbons incandescents et, dans le cas où il serait employé des machines génératrices à vapeur, elle ne seront installées dans le théâtre que sous des conditions et avec une autorisation spéciales. »

La commission chargée de la rédaction de l'ordonnance avait été conduite à ces conclusions par les expériences suivantes que nous reproduisons *in-extenso :*

EXPÉRIENCES SUR L'EMPLOI DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE DANS LES THÉATRES FAITES A L'OPÉRA.

Société d'éclairage électrique par le procédé Jablochkoff.

Nous avons examiné dans le sous-sol, deux machines magnéto-électriques du système Gramme, alimentant 22 bougies Jablochkoff. Six de ces bougies éclairent la façade de l'Opéra, les seize autres servent à l'éclairage de la place de l'Opéra. Les deux machines Gramme sont actionnées par une machine à vapeur de la force de 22 chevaux. A deux mètres environ d'une des machines Gramme, on avait disposé une rangée de 4 groupes formés chacun de 4 bougies; chacun de ces groupes de 4 bougies se trouvant dans un circuit spécial formé par deux câbles isolés, commandé par un commutateur.

1re *Expérience.* — Les bougies étant allumées, on coupe brusquement un des câbles; immédiatement les 4 bougies placées sur le circuit s'éteignent. On n'a pas pu observer d'étincelle à la coupure, mais on perçoit une faible odeur de caoutchouc brûlé.

2e *Expérience.* — Dans un groupe de bougies allumées, on casse une des

Digitized by Google

bougies, le courant est rompu et les trois autres bougies placées dans le même circuit s'éteignent.

3° *Expérience.* — Les deux extrémités du câble coupé dans l'expérience n° 1 sont, à la main, pressées l'une contre l'autre, et en même temps appuyées sur un tampon de coton, de manière à rétablir le contact; on ne place qu'une bougie dans le circuit, pour avoir un excès de tension. Quant la bougie est allumée, on éloigne doucement les deux extrémités du câble; l'étincelle jaillit à la rupture, allume le coton, et la bougie ne s'éteint que lorsqu'on continue à éloigner les deux extrémités du câble. L'odeur du caoutchouc brûlé est très nettement perçue dans cette expérience.

4° *Expérience.* — On rapproche les deux extrémités du câble exactement comme dans l'expérience n° 3, on place les quatre bougies dans le circuit et on allume. En éloignant très doucement et avec précaution les extrémités du câble coupé, de manière à n'avoir qu'une très faible interruption, et en maintenant toujours le contact avec le tampon de coton, les bougies continuent à brûler pendant que de petites étincelles jaillissent à la rupture, enflamment le coton et font percevoir l'odeur du caoutchouc brûlé.

5° *Expérience.* — Un des câbles, placé sur un circuit de 4 bougies allumées est progressivement coupé à la scie; on ne laisse intact qu'un des sept fils constituant le câble. Le courant continue à passer, les bougies brûlent, et on n'observe pas d'étincelle entre les extrémités des six fils coupés. On n'a pu constater si le fil resté intact s'échauffait.

Pile de 400 éléments, montée exceptionnellement par M. Duboscq, pour ces expériences, dans une salle du rez-de-chaussée de l'Opéra.

Les 400 éléments sont disposés en tension, le pôle charbon communique par un fil isolé avec une des bornes d'un régulateur à main, la seconde borne de cet appareil est reliée à la terre par les parties métalliques de la salle, auxquelles on a attaché le pôle zinc de la pile. L'arc électrique maximum a dépassé quatre centimètres, mais pour les expériences suivantes on a maintenu les charbons à un centimètre environ de manière à conserver dans les fils un excès de tension.

6° *Expérience.* — On produit un arc voltaïque d'environ un centimètre. On coupe un des fils d'un coup de hache, la lumière s'éteint comme dans l'expérience n° 1, sans qu'on observe d'étincelle à la rupture, on sent cependant l'odeur de la gutta-percha brûlée.

7° *Expérience.* — Les bords coupés de l'expérience n° 6 sont rapprochés à la main, l'arc voltaïque étant rétabli. Si on éloigne progressivement les extrémités coupées, en les appuyant sur du coton ou sur du bois, l'arc électrique est maintenu, le coton ou le bois sont enflammés, la gutta servant à isoler les fils prend feu, les extrémités de ces fils rougissent et fondent.

8° *Expérience.* — Si l'on dégarnit de son enveloppe isolante une portion du fil en communication directe avec la pile, qu'on l'approche et qu'on l'éloigne des parties métalliques de la salle, on peut encore faire jaillir l'étincelle et enflammer les corps combustibles.

Digitized by Google

Ces expériences appellent quelques réserves que nous ferons après avoir cité les articles de l'ordonnance qui visent plus spécialement les précautions à prendre pour l'éclairage et la sécurité du théâtre.

Art. 39. Si le théâtre est éclairé à la lumière électrique, et qu'il soit fait usage de machines à vapeur, ces machines devront être installées hors du théâtre, à moins de dispositions particulières spécialement autorisées, après avis de la commission des théâtres.

Les fils de communication devront être isolés par une enveloppe de gutta-percha, et placées, sur tout leur parcours, dans un conduit incombustible.

Les appareils d'éclairage devront être disposés de façon à empêcher la projection de charbons incandescents.

Art. 40. L'emploi du gaz portatif, des huiles minérales, des essences et des hydrocarbures est formellement interdit.

Art. 41. Des lampes brûlant à l'huile, munies de manchons de verre et allumées depuis l'entrée du public jusqu'à sa sortie, seront placées, en nombre suffisant, dans toutes les parties qui lui sont ouvertes, pour prévenir une complète obscurité en cas d'extinction subite du gaz ou de la lumière électrique.

Art. 56. Des communications à l'aide de fils télégraphiques seront établies entre chacun des théâtres et la caserne des sapeurs-pompiers la plus voisine.

Les expériences de la commission n'ont porté en somme que sur un seul procédé d'éclairage, le système Jablochkoff. C'est, sans contredit, celui qui convient le moins à une salle de spectacle par suite du manque de rallumage automatique et de graduation de lumière, des changements de coloration et du bruit qui, quoi qu'on fasse, accompagne la plupart des brûleurs à courants alternatifs. Dans le cas de la deuxième expérience, l'extinction de toutes les bougies placées sur un même circuit n'aurait pas lieu par la rupture d'une seule d'entre elles si chaque foyer était muni d'un *cut-off* automatique comme celui des systèmes Rapieff et Brush, par exemple, qui ferme le circuit général, en mettant hors de circuit l'appareil hors de service, et localise ainsi l'accident. Il est certain que la bougie perdrait ainsi un peu de la simplicité qui constitue son principal mérite, mais elle y gagnerait par contre des qualités fort appréciables dans le cas qui nous occupe, et de nature à justifier l'addition de ce mécanisme.

Le sectionnement d'un câble à lumière est un cas très rare et, en tout cas, il ne se produirait pas sans un bruit, un choc mécanique qui dirigerait aussitôt l'attention des surveillants du côté où l'accident s'est produit.

Dans une installation bien combinée, il n'en résulterait qu'une extinction partielle sans grande conséquence.

Digitized by Google

La précaution d'enfermer les cables dans un conduit incombustible et de les isoler par une enveloppe de gutta-percha constitue, à notre avis, une précaution indispensable avec les systèmes qui emploient de très hautes tensions, mais beaucoup moins nécessaire avec d'autres appareils qu'on verra fonctionner à l'exposition d'électricité et dans lesquels on peut toucher impunément les fils conducteurs sans recevoir la moindre secousse. La plupart des systèmes à incandescence, Werdermann, Edison, Maxim, Swan, etc, sont dans ce cas. Le danger des hautes tensions est encore mis en évidence dans le cas des expériences 6, 7 et 8 faites avec 400 éléments de Bunsen, mais jamais dans la pratique courante, on ne dépasse celle qui correspond à 60 ou 80 éléments.

La prescription relative à la chute des charbons incandescents a son importance, et les constructeurs de lampes électriques s'en préoccupent sérieusement ; dans la plupart des régulateurs actuels destinés à être suspendus, les globes dépolis, en forme de sphère ou d'œuf plus ou moins allongé, sont complétement fermés par le bas pour recueillir les fragments de charbon qui se détachent des électrodes. Disons en passant que le système à incandescence pure est à l'abri de cet inconvénient.

L'ordonnance impose l'obligation d'avoir des brûleurs indépendants de la canalisation générale du gaz ou de l'électricité, pour qu'en cas d'accident, les couloirs et les dégagements ne se trouvent pas, comme au théâtre de Nice, plongés dans une obscurité subite. L'ordonnance prescrit des lampes à huile et exclut le gaz portatif, les huiles minérales, etc. ; elle n'a pas prévu le cas d'éclairage à l'aide d'accumulateurs électriques, et de lampes à incandescence, et c'est certainement le procédé le plus simple qui sera employé le jour où l'on installera des distributions générales d'électricité, ou qu'un théâtre fera cette installation spécialement pour lui-même.

L'électricité ainsi distribuée pourra servir, non seulement à éclairer le théâtre, mais encore à la manœuvre des décors, des rideaux, du lustre, de petits ventilateurs répartis sur certains points de l'édifice et actionnés par de petits moteurs électriques, etc.

Il serait impolitique et injuste d'imposer l'éclairage électrique dans les théâtres, mais si le rapport que nous citons avait été écrit quelques mois plus tard, après l'exposition d'électricité, on n'y lirait pas que la divisibilité de l'éclairage électrique n'a pas encore reçu la sanction de la pratique. L'innovation modifierait l'aspect de la salle et du spectacle, nous en convenons volontiers, mais le public, croyons nous, accueillerait favorablement cette innovation, comme il a accueilli favorable-

Digitized by Google

ment déjà le gaz en remplacement des lampes à huile et des éclairages par trop primitifs du siècle dernier.

Il y gagnerait d'avoir une lumière plus belle, plus fixe, plus abondante, ne chauffant relativement pas, ne viciant pas l'atmosphère et exempte de dangers qui n'existent que dans des circonstances exceptionnelles et avec les éclairages les moins appropriés aux salles de spectacle.

Aux qualités qu'on exige d'un bon éclairage des théâtres, combien en connaît-on qui seraient dignes de cet emploi ?

Ne semble-t-il pas que la commission, en cherchant le mieux, ait été l'ennemi du bien? Les expériences faites avec 400 éléments montés *spécialement* pour la circonstance, prouvent qu'il est toujours possible de rendre dangereuses des choses qui le sont fort peu naturellement.

Les dangers de l'éclairage électrique qui ont si fort effrayé la commission, ne sont pas, heureusement, sans remède, le premier et le plus simple consiste à ne pas se placer dans les conditions si défavorables choisies à dessein par la commission.

Les prescriptions de l'ordonnance du 16 mai rendront les installations électriques dans les théâtres plus compliquées et plus dispendieuses, elle n'en arrêteront en rien le développement, mais les expériences de la commission font penser malgré soi à un célèbre chimiste qui, dans un procès d'empoisonnement, se faisait fort de trouver de l'arsenic jusque dans le fauteuil du Président de la cour d'assises.

E. H.

LA LAMPE BRUSH

Dans le numéro de l'*Électricien* du 15 juin, nous avons fait connaître les dispositions principales de la machine Brush; nous allons décrire aujourd'hui les lampes construites par le même inventeur. Dans le but de réaliser des économies considérables sur l'installation et le prix d'achat des conducteurs, M. Brush dispose seize, trente-deux, et jusqu'à quarante lampes sur un seul circuit; pour assurer l'indépendance de chacune d'elles, elles sont construites sur le principe différentiel, et, en cas d'accident, pour éviter l'extinction de tous les appareils du même circuit, un ingénieux *cut-off* automatique relie directement les deux bornes de la lampe et la met hors du circuit. Cet appareil fonctionne aussi dans le cas où l'on aurait oublié de renouveler les charbons.

Les lampes brûlent pendant huit, seize, vingt-quatre ou tout autre

Digitized by Google

nombre voulu d'heures. La figure 1 représente une lampe à deux charbons, du modèle de celles qui fonctionnent actuellement dans la

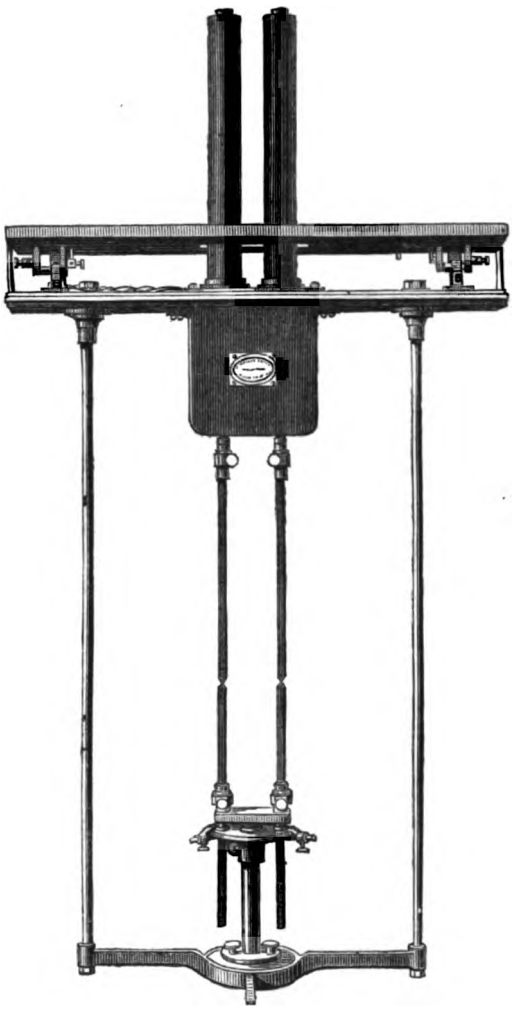


Fig. 1. — Lampe Brush à deux charbons.

Cité, à Londres; les fig. 2, 3, 4 donnent les détails principaux du mécanisme.

Le modèle ordinaire est à charbon supérieur fixe, et par suite le point lumineux variable se déplace; le charbon inférieur et le porte-char-

Digitized by Google

bon mobile descendent par leur propre poids et le contact s'établit entre les deux pointes.

Le réglage s'obtient à l'aide d'un solénoïde C (fig. 3), sur lequel sont roulés deux fils, l'un court et gros, placé sur le circuit général, l'autre très fin et très long, monté en dérivation sur chaque lampe et roulé en sens inverse. Le noyau P du solénoïde sera donc aspiré au moment du passage du courant avec une puissance qui dépendra de l'action différentielle de deux courants de sens inverse qui traversent le fil gros et le fil fin.

Au moment de l'allumage les deux charbons sont en contact, il ne passe donc rien dans le fil fin établi en dérivation sur l'arc, le noyau P est fortement attiré ; il soulève le levier L (fig. 3 et 4) qui soulève le châssis K qui vient relever à son tour une bague W placée sur la tige R du porte-charbon supérieur. La bague W étant prise obliquement vient coincer la tige R, la soulève, et l'arc se forme.

A mesure que l'arc s'allonge, il passe un courant de plus en plus intense dans la dérivation, l'action du solénoïde s'affaiblit jusqu'à ce qu'il y ait équilibre. La longueur normale de l'arc est donc réglée par le rapport des résistances des deux fils du solénoïde. Si cette longueur vient à augmenter, par l'usure des charbons, par exemple, le noyau P descend, la rondelle W devient plus horizontale, laisse un peu glisser la tige R et l'arc se raccourcit un peu ; s'il se raccourcit trop, le solénoïde devient plus puissant, il attire plus fortement le noyau P et la tige R se trouve soulevée de nouveau.

Pratiquement, les mouvements que nous venons de signaler ne se produisent pas; la tige supérieure glisse lentement dans la rondelle à mesure de la combustion des charbons, et la lenteur du mouvement est encore facilitée par ce fait que la tige porte-charbon est creuse et remplie de glycérine ; un piston fixé au support de la lampe à l'aide d'une longue tige se meut presque à frottement dans l'intérieur de cette tige. Le mouvement du porte-charbon se trouve donc ralenti parce que la glycérine à mesure de la descente du charbon, doit passer au-dessus du piston fixe, contre ses parois.

La figure 2 représente un diagramme du système qui permet d'isoler automatiquement une lampe du circuit général sans troubler en rien la marche des autres lampes ; X et Y sont les deux bornes de la lampe, H le solénoïde de réglage de l'arc, T l'électro-aimant du *cut-off*. Cet électro-aimant T est roulé de deux fils, l'un, non figuré, formé d'un fil fin et résistant, placé en dérivation sur la lampe et sur le même circuit que le fil fin du solénoïde de réglage, l'autre gros et court, allant de la borne X à la borne Y, par R et B, mais interrompu en M. Tant que l'arc a une valeur normale, le courant qui traverse le fil

Digitized by Google

fin de l'électro T n'est pas assez puissant pour soulever l'armature A et rien ne se produit. Si l'arc s'allonge trop, l'intensité dans le fil

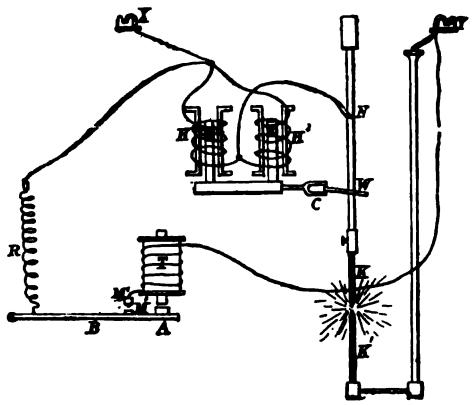


Fig. 2. — Diagramme de la lampe Brush.

fin devient assez grande, l'armature A est attirée, le contact s'établit en M, le courant principal traverse alors le gros fil de l'électro T et maintient l'armature soulevée ; le courant ne traverse plus la lampe,

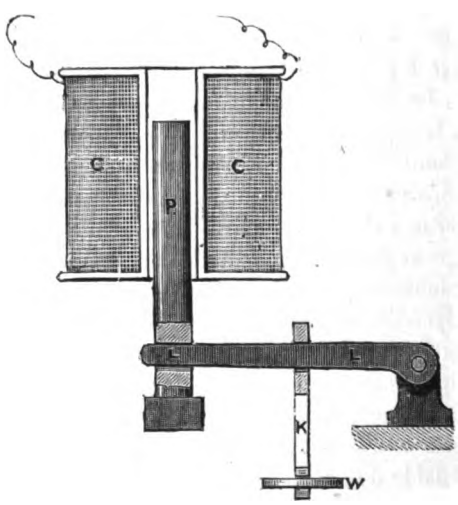


Fig. 3. — Solénoïde du régulateur.

il va de la borne X à la borne Y en traversant la résistance R, la tige B, le contact MM' et le gros fil de l'électro T.

Digitized by Google

La lampe Brush brûle des crayons de charbon recouverts d'une mince couche de cuivre. La durée est de huit heures pour chaque paire de charbon, la longueur brûlée est d'environ 24 centimètres pour le positif et de 10 centimètres pour le négatif.

Il nous reste maintenant à expliquer comment, dans la lampe à deux charbons, le courant passe automatiquement sur la seconde paire lorsque la première est consumée.

En se reportant aux figures 3 et 4, on voit que le noyau P en se soulevant entraîne le levier L et le châssis K qui relève les deux rondelles W_1 et W_2 à l'aide de deux mâchoires, mais l'une d'elles est établie un peu plus haut que l'autre. Au moment où l'on envoie le courant dans la lampe, elle agit la première et relève son charbon

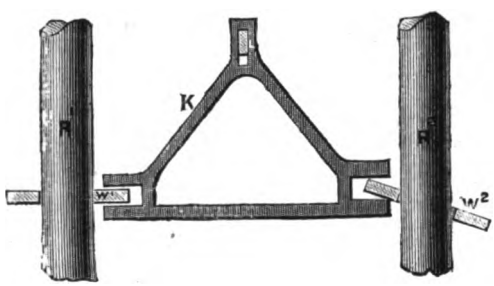


Fig. 4. — Changement automatique des charbons.

plus haut que l'autre. L'arc s'établit seulement entre les charbons les plus rapprochés, le réglage ne porte que sur la paire où il s'est établi, parce que la seconde paire est toujours plus éloignée. Il arrive cependant un moment où, par suite de la consommation des charbons, lorsque le porte-charbon est au bout de sa course, l'arc s'allonge sans que le charbon de la première paire puisse descendre, le charbon de la seconde paire glisse alors, établit le contact, la seconde paire s'allume, les bouts de la première paire s'éteignent, et le réglage se porte alors sur cette seconde paire.

Le régulateur dans son ensemble présente donc une très grande simplicité, il n'a pas d'engrenages, pas de ressorts de réglage, aussi son fonctionnement est-il des plus satisfaisants.

La seule critique qu'on puisse adresser au système c'est d'exagérer les tensions au point de les rendre dangereuses, si les appareils étaient placés entre les mains d'un personnel peu exercé, et d'obliger à isoler les fils d'une façon parfaite. On sait que l'extinction qui s'est produite à Londres au mois de mai dernier a été produite par un mauvais état d'isolement des conducteurs. L'économie réalisée sur la longueur des

Digitized by Google

fils est compensée en partie par le danger des hautes tensions et la solidarité obligée d'un grand nombre de lampes.

En pratique, cependant, il sera bon de faire la part de chaque chose, c'est-à-dire de réaliser une économie relative et de diminuer les chances de danger en s'en tenant, comme limite extrême, au type de seize lumières, sans aller jusqu'à trente-quatre et même quarante.

In medio stat virtus.

Il résulte de mesures faites dans les ateliers de la *Telegraph supply Company*, à Cleveland (Ohio), sur une machine Brush du type de 16 lumières, que la force électro-motrice développée par la machine atteint 839 volts. L'intensité de courant ne dépasse pas 10 webers. On retrouve dans les arcs 61 pour 100 de la puissance totale dépensée par le moteur et 84 pour 100 de l'énergie transformée en électricité. Ce rendement élevé s'explique par ce fait que la résistance du circuit extérieur est très grande relativement à celle de la machine. La dépense en travail effectif est d'environ un cheval-vapeur par foyer.

Les expériences photométriques sont absolument insuffisantes, on s'en est tenu comme appréciation à mesurer la distance à laquelle on peut lire un journal. C'est bien vague, on en conviendra. A Londres, la compagnie annonce que chaque foyer doit donner environ 2000 candles (200 becs carcel). Des applications moins optimistes ramènent cette intensité à 750 candles (75 becs carcel). L'exposition d'électricité nous fixera bientôt d'une manière complète à ce sujet, mais l'on peut dire déjà que le système Brush sera l'un des premiers parmi les éclairages originaux et intéressants.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 20 juin 1881.

Sur les lois thermiques de l'étincelle excitatrice des condensateurs. Note de M. E. Villari, présentée par M. Janin.

M. Villari appelle *étincelle excitatrice* celle qui se produit contre l'excitateur, et *étincelle conjonctive* celle qui se forme dans une interruption ; il a étudié la chaleur de l'étincelle excitatrice à l'aide d'un *thermomètre excitateur* construit spécialement dans ce but. Il a

Digitized by Google

reconnu que *La chaleur développée par l'étincelle excitatrice unique est à très peu près proportionnelle au carré des charges.*

En répétant les expériences sur les étincelles excitatrices qui se produisent entre des fils de platine, M. Villari a obtenu des résultats concordants, que l'on peut résumer comme il suit :

1° *La chaleur de l'étincelle excitatrice augmente plus rapidement que la troisième puissance des charges pour un petit potentiel.*

2° *Elle augmente comme le carré des charges pour un potentiel moyen.*

3° *Elle augmente à peu près comme les charges pour un potentiel très élevé.*

Il est probable qu'il y a lieu de tenir compte de l'influence des décharges intérieures, très petites pour les petits potentiels, et croissant rapidement avec le potentiel. En étudiant comment variait la chaleur produite par l'étincelle avec la quantité d'électricité, le potentiel restant constant, l'auteur a trouvé que *la chaleur de l'étincelle excitatrice unique croît un peu moins vite que la charge quand le potentiel est constant.* Pour une augmentation de charge de 1 à 2, la chaleur produite par l'étincelle augmente de 1 à 1,77.

En faisant varier le potentiel d'une charge constante, accumulée dans un nombre variable de bouteilles, on trouve que la chaleur de l'étincelle excitatrice unique :

1° *Augmente plus rapidement que les potentiels quand ils sont petits;*

2° *Augmente comme les potentiels quand ils sont moyens;*

3° *Augmente beaucoup moins, ou même décroît, quand les potentiels croissent, si ceux-ci sont très élevés.*

De ce qui précède, il résulte que, pour un potentiel déterminé d'une charge donnée, la chaleur développée par elle se partage entre l'étincelle intérieure et l'excitatrice externe, de manière que, dans cette dernière, elle augmente proportionnellement aux carrés des charges et en raison inverse de la surface des condensateurs.

M. *Tabourin* communique un projet d'éclairage électrique. L'auteur propose de placer dans le socle qui supporte les charbons une petite machine magnéto-électrique mise en mouvement par la force d'impulsion de l'eau dans les conduites ou par l'air comprimé ou même par la descente d'un poids.

Sans commentaires!

Séance du 27 juin 1881.

M. *Faye*, à propos d'un nouveau traité de météorologie publié en Italie par M. *Diamilla-Muller*, signale une lettre relative à *La loi des*

Digitized by Google

tempêtes, écrite par M. Faye et insérée dans l'ouvrage présenté à l'Académie. « Il s'agit du rôle que le mouvement gyratoire des orages peut jouer dans la production des phénomènes électriques. J'avais pensé que cette électricité provenait en totalité des régions supérieures de l'atmosphère dont la tension négative va toujours en croissant à mesure qu'on s'élève dans ces couches, dans lesquelles s'ouvre le vaste orifice de l'entonnoir des mouvements tournants. Cet air, entraîné en bas avec les cirrus glacés dont il est chargé, amène en effet avec lui son électricité. Mais là n'est pas toute la source des énormes quantités de fluide qui se dépensent dans le phénomène. M. Fizeau a fait observer que certaines machines électriques du genre de celle de Holtz développent des quantités indéfinies d'électricité au moyen d'une charge première très faible, sous l'influence d'une rotation rapide. Il pourrait bien en être ainsi dans les orages, car on y trouve constamment ces deux facteurs : une première charge venue d'en haut en se renouvelant constamment, et le mouvement de gyration énergique d'une masse gazeuse au sein des couches basses dont la constitution physique est toute différente. Cette idée me semble être mieux en rapport avec la grandeur et l'intensité des décharges électriques qui se renouvellent à chaque instant sur l'immense parcours d'un orage; elle me semble aussi confirmée par les boules de feu qui s'échappent parfois de l'extrémité des trombes quand celles-ci marchent sans toucher terre, ou même lorsque leur pointe reste cachée dans les nuages bas.

Nouvelle méthode d'excitation électrique des nerfs et des muscles. Note de M. A. d'Arsonval.

L'électricité est constamment employée en physiologie pour mettre en jeu l'excitabilité des nerfs et des muscles; il serait, par conséquent, de la plus grande importance de pouvoir graduer les excitations électriques, de façon à rendre comparables entre eux les travaux des différents expérimentateurs. On pourrait ainsi répéter les expériences et contrôler certaines affirmations qui échappent à la critique, faute de pouvoir se placer dans des conditions physiques identiques.

« Nous sommes malheureusement loin d'un pareil état de choses, et l'on se contente presque toujours, dans le protocole d'une expérience, des désignations suivantes : le courant excitateur employé était faible, moyen ou fort, ce qui est, comme toute appréciation subjective, le comble de l'arbitraire. Le physiologiste n'est même pas sûr d'avoir des expériences comparables en se servant toujours du même appareil.

Digitized by Google

« On emploie généralement les courants induits, et l'on sait que leur énergie dépend d'une infinité de facteurs constamment variables pendant la marche de l'instrument, tels que : potentiel ou résistance de la pile, rapidité des oscillations de l'interrupteur, fermeture plus ou moins longue du circuit, propreté plus ou moins parfaite des contacts, etc.

« Dans l'appareil le plus usité (chariot de du Boys-Reymond) le mode de graduation est parfait; il consiste à éloigner graduellement la bobine inductrice, de manière que l'énergie du courant induit décroisse sans discontinuité depuis un maximum jusqu'à zéro. Tout serait donc pour le mieux si l'on pouvait donner au courant inducteur une valeur mathématiquement définie, toujours facile à reproduire. Cette condition est réalisée par le dispositif que je décris ci-dessous.

« D'autre part, il faut réduire l'excitation électrique à une excitation purement mécanique; et, pour cela, supprimer, dans le courant induit, toute action chimique qui modifierait la constitution du nerf, et, par suite, son excitabilité. Il faut également que le courant induit ait un sens neutre, qu'on me passe cette expression qui rend bien ma pensée, de façon qu'il n'y ait ni pôle positif ni pôle négatif.

« Toutes ces conditions sont réalisées dans l'appareil suivant, qui se compose : 1° d'une pile; 2° d'un condensateur; 3° d'un appareil d'induction à chariot; 4° d'une clef de Morse oscillante servant d'interrupteur.

1° La pile est composée de 20 couples au bioxyde de manganèse et chlorure de zinc, modèle médical de Gaiffe; sa tension polaire peut varier de 1 volt, 5 à 30 volts; elle sert à charger le condensateur.

2° Le condensateur se compose d'un microfarad divisé en dixièmes; il est placé dans le socle de l'appareil d'induction.

3° La bobine d'induction est du modèle de du Boys-Reymond, à glissière; elle est seulement mieux isolée.

4° La clef de Morse oscillante met en rapport le condensateur tantôt avec la pile, tantôt avec le fil inducteur de la bobine fixe. Elle est analogue à celle que j'ai employée pour constater, à l'aide du téléphone, la présence d'un courant continu dans les nerfs et les muscles [1].

« J'emploie comme courant inducteur la décharge d'un condensateur de capacité connue, chargé à un potentiel connu. La quantité d'électricité mise en jeu est donc ainsi mathématiquement dosée. Le courant inducteur instantané, pouvant être assimilé à un courant qui commence et à un courant qui finit, donne naissance dans le second fil

[1] Téléphone employé comme galvanoscope (*Comptes rendus*, avril 1874).

Digitized by Google

à deux courants instantanés, de quantité égale, mais de sens inverse, qui, par conséquent, s'annulent au point de vue chimique et au point de vue de la direction.

« L'excitation se réduit par conséquent à un effet purement mécanique de l'électricité, effet qui sera toujours le même pour une même distance de la bobine induite et pour une même valeur du courant inducteur. »

M. G. de Lalande fait connaître les expériences qu'il a faites pour modifier le récepteur du photophone, en recevant les rayons solaires sur des parcelles de fer microscopiques appliquées contre une mince feuille de laiton et maintenues adhérentes par l'action d'un aimant.

M. R. Arnoux adresse une note sur les meilleures dispositions à adopter pour la construction des machines dynamo-électriques.

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Séance du 24 juin 1881.

« M. *Faure* (C. A.) réclame contre l'assimilation qu'on a faite, dans les diverses parties des Comptes rendus des séances de la Société, entre son accumulateur d'électricité qui a été présenté, en son nom, par M. *Reynier*, dans la séance du 22 avril, et la pile secondaire de M. *Planté* (Gaston), dont son invention, qui serait originale, ne serait regardée que comme une sorte de corollaire. Il invoque pour cela l'esprit d'équité et la haute bienveillance bien connue de la Société. (Arts économiques.) »

Une seule réflexion au sujet de cette note :

Où est le temps ou M. Reynier, devant l'Académie des sciences, le 18 avril 1881, se faisant le porte-parole de M. Faure pouvait dire sans crainte d'être démenti par l'inventeur :

« La pile secondaire de M. Faure *dérive directement* de la pile Planté :

« Quant aux résultats industriels considérables que nous promet à bref délai, l'accumulateur d'électricité de M. Camille Faure, nous n'en parlerons ici que pour en rapporter en grande partie le mérite aux travaux persévérants et *désintéressés* de M. Planté *qui ont été le point de départ* de l'invention soumise aujourd'hui à l'Académie. »

Quantum mutatus ab illo tempore!

M. *Sebert* lit, au nom du Comité des arts économiques, un rapport sur un compteur totalisateur électrique construit par M. *Dumoulin-Froment*. L'appareil a été décrit dans l'*Électricien* du 15 mai 1881, page 146. Nous n'y reviendrons pas.

Digitized by Google

CORRESPONDANCE ANGLAISE

—

La lumière électrique dans la Métropole de Londres.

Au meeting de la paroisse de Lambeth, un des quartiers populeux de Londres, tenu le 19 mai, le Comité d'éclairage a présenté le rapport suivant :

« Votre Comité désire vous faire connaître les renseignements qu'il a pu recueillir sur l'éclairage des voies publiques par l'électricité.

« Après une application pratique de l'éclairage électrique aux quais de la Tamise, à Londres, une demande fut faite, le 7 janvier dernier, à la Société générale d'électricité, d'un devis pour l'éclairage, par son système, de la route de Waterloo (*Waterloo Road*), entre le pont et la station de chemin de fer de la Compagnie South Western du même nom. La Société a répondu qu'elle n'était pas en mesure d'accepter cette proposition et la déclina.

« Quelque temps après, la Compagnie anglo-américaine (connue sous le nom de système Brush) fit un contrat avec la corporation de Londres pour éclairer une portion de la City à titre d'expérience.

« Après enquête, le secrétaire fit la proposition suivante : la Compagnie fournirait à la paroisse de Lambeth, l'éclairage électrique aux mêmes conditions qu'elle le fournissait à la City de Londres, aussitôt qu'un devis serait demandé pour l'éclairage de cette portion de la grande route comprise entre le pont de Westminster et la taverne « Horns » à Kennington. Un devis a, depuis, été demandé, mais n'a pas encore été fourni.

« Depuis que ces enquêtes ont été faites par votre Comité, il est bien connu que les lumières fournies par cette Compagnie se sont éteintes, les câbles reliant la machine aux foyers venant à manquer.

« Le système Siemens d'éclairage dans la City de Londres, paraît, jusqu'à présent, être un succès, mais coûteux. Le président de votre Comité a eu une entrevue avec M. Siemens qui lui a fourni un devis pour éclairer électriquement la route, du pont de Wetsminster à Kennington Park. Le coût de l'installation serait d'environ 100 000 fr. et la dépense annuelle d'environ 42 500 fr. Le coût actuel de l'éclairage au gaz de cette route (longueur 2200 mètres) y compris les quatre gros réverbères, est d'environ £ 450 à £ 500 par an (10 250 à 12500 fr.).

« Prévoyant que des simplifications et perfectionnements résulteront inévitablement des expériences en cours, votre Comité pense qu'il vaut mieux, pour le présent, rester dans le *statu quo*, d'autant plus

Digitized by Google

que les fonds votés pour les dépenses d'éclairage de l'année ne pourraient supporter d'augmentation importante.

« Votre Comité est très désireux d'offrir des moyens d'expérience à tout nouveau système pouvant apporter des améliorations à l'éclairage public, et Lambeth a le mérite d'avoir été la première paroisse de la Métropole ayant adopté les grandes lampes Argand étalon qui ont amélioré l'éclairage des rues d'une façon si remarquable ».

Depuis l'impression de ce rapport, le Comité a reçu une lettre de la Compagnie Brush, l'informant qu'elle n'était pas prête à entreprendre l'éclairage de la route en question. J. A. Berly.

DOCUMENTS OFFICIELS

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS

LISTE DES MEMBRES FRANÇAIS

Président :

M. le Ministre des postes et des télégraphes.

Vice-Présidents :

M. le Ministre de l'instruction publique et des beaux-arts, M. le Ministre des travaux publics, M. le Ministre de la guerre.

Membres :

M. le Ministre de la marine et des colonies, M. le Ministre de l'agriculture et du commerce.

MM. le général Frébault, sénateur.
Paul Bert, député, professeur à la Faculté des sciences de Paris.
Lesguillier, député, directeur des chemins de fer de l'État.
Becquerel (Ed.), membre de l'Institut, président de l'Académie des sciences.
Berthelot, membre de l'Institut.
Breguet (L.), membre de l'Institut.
Cornu, membre de l'Institut.
Daubrée, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, directeur de l'École nationale des mines.
Desains, membre de l'Institut.
J.-B. Dumas, de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.
Fizeau, membre de l'Institut.
Jamin, membre de l'Institut.
Lalanne, membre de l'Institut, inspecteur général des ponts et chausées, directeur de l'École nationale des ponts et chaussées.
Hervé Mangon, membre de l'Institut, directeur du conservatoire national des arts et métiers.
Marey, membre de l'Institut, professeur au Collège de France.
Du Moncel (le comte), membre de l'Institut.

Digitized by Google

MM. Perrier (lieutenant-colonel), membre de l'Institut.
Wurtz, membre de l'Institut.
Abria, doyen de la Faculté des sciences de Bordeaux.
Allard, inspecteur général des ponts et chaussées, directeur du service central des phares.
Baron, directeur au Ministère des postes et des télégraphes.
Bergon, directeur au Ministère des postes et des télégraphes.
Bertin-Mourot, sous-directeur de l'École normale.
Blavier, directeur-ingénieur des télégraphes, directeur de l'École supérieure de télégraphie.
Boussac, inspecteur en chef du contrôle au Ministère des postes et des télégraphes.
Bouty, professeur au lycée Saint-Louis.
Collignon, ingénieur en chef des ponts et chaussées, inspecteur de l'École nationale des ponts et chaussées.
Crova, professeur de physique à la Faculté des sciences de Montpellier.
Deprez (Marcel), électricien.
Durand-Claye (Léon), ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Fontaine, ingénieur, président de la Chambre syndicale des électriciens.
Garbe, chargé du cours de physique générale et de météorologie à l'École préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences, à Alger.
Guillebot de Nerville, inspecteur général des mines.
Jablochkoff, ingénieur électricien.
Jacomin, directeur de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.
Joubert, secrétaire général de la Société française de physique.
Jousselin, inspecteur principal de l'exploitation des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.
Lartigue, directeur de la Société générale des téléphones.
Leclère, capitaine d'artillerie.
Le Roux, professeur de physique à l'École supérieure de pharmacie.
Lévy (Maurice), ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur suppléant au Collège de France.
Lippmann, maître de conférences à la Faculté des sciences de Paris.
Mangin, colonel du génie.
Mascart, professeur au Collège de France, directeur du bureau central météorologique.
Mathias, ingénieur en chef de l'exploitation du chemin du fer du Nord.
Mathieu, capitaine de vaisseau.
Mercadier, ingénieur des télégraphes, inspecteur des études de l'École supérieure de télégraphie.
Mouton, maître de conférences à la Faculté des sciences de Paris.
Neyreneuf, maître de conférences à la Faculté des sciences de Caen.
Planté (Gaston), électricien.
Potier, professeur à l'Ecole des mines et à l'École polytechnique.
Raynaud, ingénieur des télégraphes.
Reboul, doyen de la Faculté des sciences de Marseille.
Regnault, inspecteur principal honoraire du mouvement à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.
Richard, directeur-ingénieur des télégraphes.
Le général baron de Saint-Cyr-Nugues, président de la commission de télégraphie militaire.
Sebert, lieutenant-colonel d'artillerie de marine.
Sévène, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur de la Compagnie des chemins de fer d'Orléans.
Terquem, professeur à la Faculté des sciences de Lille.
Violle, professeur à la Faculté des sciences de Lyon.
Wolf, astronome titulaire de l'Observatoire de Paris.

Digitized by Google

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ

Commissariat général. — Avis aux exposants.

Le Commissaire général a l'honneur de rappeler à MM. les exposants que les travaux de leurs installations particulières pourront être commencés dès le 1er juillet 1881, dans le Palais des Champs-Élysées, et devront être totalement terminés le 31 juillet à 6 heures du soir, l'ouverture de l'Exposition restant irrévocablement fixée au lundi matin 1er août.

Afin que ces travaux soient conduits avec l'ordre et la célérité désirables, il sera essentiel que les vitrines, les tables, les estrades, les plates-formes, les cloisons et les motifs de décoration que comporteront les installations soient commandés d'avance et exécutés de toutes pièces hors de l'enceinte de l'Exposition, de façon que la pose et le montage de ces meubles et de ce matériel soient les seules opérations à exécuter dans le Palais des Champs-Élysées, avant le moment de la mise en place des objets.

Le Commissaire général autorisera le travail de nuit lorsque cela sera indispensable et il fournira l'éclairage nécessaire.

MM. les exposants recevront dans les bureaux du Commissariat général, ouverts chaque jour de 9 heures du matin à 5 heures du soir, tous les renseignements qui pourront leur être utiles.

—

MM. les exposants français de l'Exposition internationale d'électricité sont informés qu'ils pourront retirer leurs cartes d'entrée personnelles et permanentes dans les bureaux du commissariat général (Palais de l'Industrie, n° 4), à partir du lundi 11 juillet, tous les jours de 1 heure à 5 heures de l'après-midi.

En venant retirer leurs cartes, MM. les exposants voudront bien indiquer les noms de leurs représentants, auxquels ils désirent faire attribuer des cartes nominatives et permanentes.

Il sera statué au sujet de ces demandes de *cartes d'agents* conformément à l'article 20 du règlement général.

FAITS DIVERS

—

Un camp d'instruction télégraphique va être établi à l'extrémité de Vincennes, sur le plateau de Gravelle. Il sera relié à la redoute de ce nom à laquelle il servira de dépôt pour le matériel.

—

Lorsqu'on donne des chiffres sur une affaire, encore faut-il que ces chiffres aient un sens quelconque. Un de nos confrères voulant mettre en relief la puissance des piles secondaires de M. Faure, écrit la phrase suivante : « Un couple accumulateur Faure du poids de 9 kilog. peut produire un travail de 15 webers pendant trois heures. » Nous en demandons pardon à notre confrère, mais cette phrase ne signifie absolument rien. On exprime en webers l'intensité d'un courant et non pas le travail qu'il peut produire, ce travail est le produit de deux facteurs ; un seul facteur ne suffit pas pour le

Digitized by Google

déterminer. Si l'auteur de l'article auquel nous faisons allusion a eu la permission d'examiner impartialement les appareils de M. Faure, il faut avouer que cette impartialité manquait un peu de compétence. L'appréciation a donc tout juste la valeur qu'on doit accorder à une *incompétente impartialité.*

—

Insectes électriques. Nous laissons au *Scientific American* toute la responsabilité de la petite nouvelle ci-dessous que nous lui empruntons.

« Les entomologistes nous apprennent qu'on connait certains insectes jouissant de la propriété, comme le poisson électrique ou *Gymnote*, de donner des commotions et des secousses électriques à ceux qui les touchent. Kirby et Spence décrivent dans leur entomologie, un de ces insectes, le *Reduvius errratus*, connu dans les Antilles sous le nom de *wheel bug*, et qui jouit de cette propriété. M. Yarrell a communiqué à la Société entomologique deux cas de secousses électriques produites par des insectes : le premier, signalé par M. de Grey, de Grabz, produit par un scarabée, de la famille des *Elateridæ*, qui se ressentait depuis la main jusqu'au coude lorsqu'on touchait l'animal ; le second par une grande chenille velue, trouvée dans l'Amérique du Sud par le capitaine Blakeney, qui produisait une commotion vive, s'étendant dans tout le bras, et qui le paralysa pendant un moment, au point de faire croire à un médecin appelé en toute hâte que la vie de l'expérimentateur était en danger. »

—

M. P. P. Dehérain, professeur au Muséum d'histoire naturelle, fait installer à l'Exposition internationale d'électricité, une serre destinée à l'étude de l'action exercée par la lumière électrique sur les végétaux. Ce sera là un sujet d'attraction de plus pour les visiteurs en même temps qu'un laboratoire d'études intéressantes dont on ne peut encore prévoir ni limiter les résultats féconds.

—

Encore une nouvelle société d'électricité, la *Société générale de publicité par l'éclairage électrique* (système breveté, s. g. d. g.). Le prospectus que nous avons entre les mains nous apprend que ce système consiste en chariots-annonces lumineux éclairés par l'électricité fournie par la Société la Force et la Lumière. Une chose cependant nous rend rêveur. L'administration de cette société se trouve à la même adresse que celle de la Société d'éclairage électrique système Tommasi. Tommasi... Philippart... Décidément, nous aimons mieux attendre et voir, sans essayer de comprendre et surtout d'expliquer ce rapprochement.

—

Nous avons assisté vendredi dernier à de très intéressantes expériences d'éclairage électrique faites dans les ateliers de MM. Lecouteux et Garnier, avec le régulateur de M. Anatole Gérard. C'est avec cet appareil que M. A. Gérard éclairera la salle 16 de l'Exposition universelle d'électricité. Nous aurons donc l'occasion de le décrire en même temps qu'un appareil très ingénieux qui supprime du circuit toute lampe en mauvais état, et auquel l'inventeur a donné le nom de *veilleur automatique.*

Digitized by Google

On installe actuellement sur le boulevard des Italiens une série de longs mâts destinés à des expériences d'un nouveau système de lampe électrique alimentée par des courants alternatifs.

Le foyer lumineux sera placé à une très grande hauteur et suspendu au milieu de la rue comme les antiques réverbères. Nous rendrons compte de ces expériences dès qu'elles seront commencées.

—

On annonce la formation d'une nouvelle compagne anglaise d'électricité, *The European Telephone and Electrical manufacturing Company* (Limited), au capital de 20 000 000 de francs. Elle se propose de réunir les intérêts d'Edison et de Gower-Bell pour fournir des téléphones sur une grande partie du continent, d'établir des services téléphoniques dans les villes et de fabriquer en général tous les appareils d'électricité.

BOITE AUX LETTRES

—

M. Ch. Roussin. Votre projet est impraticable, et il faut renoncer à la disposition que vous indiquez pour faire de la lumière électrique avec deux éléments Daniell. Il est cependant possible de faire de la lumière électrique avec *trois* éléments Daniell en emmagasinant l'électricité qu'ils peuvent produire *pendant plusieurs heures* dans des accumulateurs Planté et en la dépensant ensuite *en quelques minutes* sur une lampe électrique. Aucun appareil ne *multiplie* l'électricité. Vous pouvez comparer l'accumulateur à une tirelire, dans laquelle vous placeriez sou à sou vos économies pendant de longues années, ce qui vous permettrait de tout dépenser ensuite en peu de temps et d'être très riche.... pendant quelques jours.

MM. *Levasseur* à Oran, *J. B.* à Paris, *L. F.* à Bordeaux. La société *La Force et la Lumière* vend des accumulateurs Faure mais elle n'en livre pas. Expliquez cela comme vous pourrez. Patientez et espérez.

M. *R. Arnoux* à Neuilly. Reçu votre lettre que nous utiliserons pour le prochain numéro.

M. *G. H.* à Saint-Étienne. Vous trouverez ces renseignements dans le Traité de la pile électrique de M. A. Niaudet.

M. S. A. à Paris. Nous ne pouvons que déplorer comme vous, pour le moment, la multiplicité des mesures électriques, le plus souvent arbitraires et fantaisistes. C'est l'œuvre du Congrès d'établir et d'imposer par sa haute autorité un système universel; nous espérons qu'il ne faillira pas à sa mission.

Les directeurs :

N. DE KABATH — G. MASSON

Le gérant : G. MASSON

3499. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

NOUVELLES RECHERCHES DE M. HUGHES

SUR LES ACTIONS MAGNÉTIQUES

IV. — Influence produite sur la structure moléculaire d'une tige de fer ou d'acier par l'électricité ou le magnétisme

Dans le but de modifier l'appareil déjà décrit de telle sorte qu'il pût donner des signaux annonçant l'existence d'un courant seulement si celui-ci était dirigé en hélice, la tige fut maintenue au zéro tant au point de vue de la tension qu'à celui de la torsion, et la bobine fut disposée de manière à pouvoir tourner autour d'un axe perpendiculaire à la tige. De cette manière, si la tige n'est soumise à aucun effort, l'axe de la bobine coïncide avec celui de la tige; aussi une tige de cuivre rectiligne donnera le zéro d'une manière nette, mais si la tige formait une hélice *dextrorsum* ou *sinistrorsum*, la bobine devrait être déplacée d'un certain angle, dépendant du diamètre de l'hélice et de son pas. La bobine avait été graduée d'après l'action d'une hélice en cuivre de dimensions connues; on savait ainsi qu'une rotation de 50 degrés équivalait à l'action d'un fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre formant une hélice de 1 centimètre de diamètre dont les spires étaient écartées de 1 centimètre.

Si l'on veut obtenir une détermination précise du zéro, en même temps qu'une lecture facile pour de petits mouvements angulaires de la bobine, il faut que la tige par laquelle revient le courant soit un fil de cuivre de 2 millimètres de diamètre, placé parfaitement parallèlement à la tige en expérience; ce fil de cuivre est fixé au bâti de l'appareil, à 1 centimètre de la bobine, soit à 4 centimètres de la tige de fer. En ne considérant que cette tige, on obtient le silence absolu, si la bobine lui est perpendiculaire; mais on a un courant si l'on incline celle-ci. On a ainsi une action indépendante agissant sur la bobine et permettant de faire des lectures faciles avec un mouvement relativement faible de la bobine.

Comme dans les expériences précédentes, on a introduit dans le circuit deux éléments au bichromate et un rhéotome, ainsi

Digitized by Google

qu'un commutateur permettant d'envoyer le courant tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre. Le téléphone est relié directement à la bobine.

M. Hughes fut conduit à employer des tiges d'acier (aiguilles à tricoter) plutôt que des tiges de fer, parce qu'il est très difficile d'obtenir du fer absolument dénué de magnétisme et ne présentant aucune trace de tension intérieure.

En employant des tiges d'acier, où le magnétisme ne paraissait être qu'en très faible proportion, et en les faisant traverser par des courants intermittents, le son était très faible, quel que fût le sens du courant; mais à chaque changement du sens du courant on entendait un bruit particulier qui doit correspondre au renversement de la polarité moléculaire. L'inclinaison de la bobine qui indiquait l'obliquité de la spirale du courant (la spiralité, si l'on peut ainsi dire) était égale à 5 degrés de part et d'autre du zéro.

Si maintenant on emploie une tige préalablement aimantée, on trouve une inclinaison de 10 degrés correspondant à la nouvelle spiralité, le sens étant celui d'une hélice *dextrorsum*, si le pôle + de la pile correspondait au pôle nord de la tige aimantée et *vice versa*. Cette expérience est confirmative du fait bien connu qui a été signalé par De la Rive. Mais M. Hughes parvient à montrer que dans certaines circonstances ces effets sont complètement inversés.

A travers cette même tige aimantée on fait passer un courant de 2 éléments au bichromate et en même temps un courant intermittent; l'effet observé est le même alors que si la spiralité était augmentée jusqu'à 15 degrés; mais la direction du courant intermittent est liée à celle du courant constant. Ainsi si le courant constant entre par le pôle nord, le courant intermittent positif accroît la spiralité jusqu'à 17 degrés, tandis que le courant inverse ne le fait croître que jusqu'à 13 degrés, le sens de l'hélice restant le même, soit *dextrorsum*. Les deux zéros correspondant à l'action du courant constant sont, comme on pouvait s'y attendre, à égale distance de part et d'autre du zéro absolu; mais, si l'on aimante la tige pendant qu'elle est traversée par un courant constant, il se produit un grand trouble moléculaire, un son grave est entendu dans le téléphone et il correspond pour

Digitized by Google

chaque courant à un déplacement de la bobine de 40 degrés, soit un déplacement total de 80 degrés. Ce n'est pas d'ailleurs le seul changement produit et l'on observe alors que les courants constants correspondent l'un et l'autre à des hélices *dextrorsum* dont la spiralité serait de 95 degrés pour le courant positif et de 15 degrés pour le négatif, la position du zéro absolu correspondant à une spirale de 55 degrés.

L'action varie avec le procédé d'aimantation et dans une proportion très considérable, suivant par exemple que l'on opère par la méthode de la double touche séparée ou par celle de la simple touche. En faisant usage d'un pôle nord on obtenait un effet qu'il convenait d'attribuer à une spirale *dextrorsum* et dans ce cas il n'était pas possible d'arriver au zéro absolu par la réaction sur le magnétisme, soit du courant continu, soit du courant intermittent.

Par une comparaison directe, M. Hughes reconnut que le courant spiral obtenu était équivalent à celui qui passerait dans un fil de $0^{mm},5$ formant une hélice de $1^{mm},5$ de diamètre extérieur, d'une longueur de 20 centimètres contenant 10 tours par centimètre.

Si l'on répète l'expérience en se servant encore du pôle nord, mais le faisant glisser cette fois du pôle + au pôle — du courant, on obtiendra des effets analogues, mais la spirale produite dans ce cas sera *sinistrorsum*. Si l'on fait glisser l'aimant des extrémités au centre, on trouve en ce centre un point qui correspondrait à une spiralité nulle; mais, de part et d'autre, le sens de la spirale est inverse.

Il est intéressant de rechercher si une verge qui a été aimantée sous l'influence d'un courant peut être ramenée à sa condition primitive. Un courant électrique ne peut produire cet effet; la chaleur ne peut non plus agir si elle ne détruit pas la trempe. Les vibrations mécaniques et la torsion n'apportent pas une perturbation moléculaire suffisamment profonde; mais l'action d'un fort aimant alors qu'aucun courant ne passe paraît ramener à peu près la rectitude moléculaire, car la spiralité est ramenée alors de 200 à 18 degrés et le son est excessivement faible.

Digitized by Google

V. — Des sons moléculaires

Le passage d'un courant intermittent à travers une tige de fer ou d'un autre métal donne naissance à un son d'une nature très particulière et très caractéristique (Page, 1837; Gassiot, 1844; De la Rive, 1853; Du Moncel, 1878-81). Ces sons, faibles d'ailleurs, peuvent être employés pour étudier les actions moléculaires qui se produisent dans les tiges conductrices. M. Hughes s'en servit pour compléter sur quelques points les études que nous venons de résumer.

L'appareil employé était le même que précédemment, seulement il n'y avait pas de téléphone. Le courant électrique intermittent, peut être envoyé à l'aide d'un commutateur, soit dans la bobine qui induit le magnétisme longitudinal dans le fil, soit dans ce fil même. Un autre commutateur permettait à volonté de faire passer un courant de sens déterminé dans la tige en observation.

Tous les métaux peuvent donner un son que l'on rend perceptible par l'intermédiaire du microphone; mais le fer produit un son beaucoup plus intense que l'on peut entendre même sans l'emploi du microphone; un fil de fer doux fin (n° 28) est le meilleur pour les sons produits par le passage direct d'un courant; mais il vaut mieux employer un fil de 1 millimètre de diamètre, si les sons sont produits par l'influence de la bobine inductrice; par des choix convenables on peut dans ces deux cas obtenir des effets égaux. Il faut que le métal soit recuit; ajoutons enfin que les sons acquièrent une intensité double lorsque la tige est chauffée jusqu'au rouge.

Le son produit par un courant intermittent dans une tige de fer doux est indépendant, comme hauteur, du diamètre de la tige et du son qu'elle pourrait rendre si elle était mise directement en vibration mécanique. La hauteur du son dépend uniquement de la tension moléculaire et varie avec la direction de l'action magnétique; si un courant traverse la bobine et que l'on exerce une tension sur la tige, le son monte de 3 ou 4 tons (alors que les sons qui correspondraient aux vibrations mécaniques transversales s'élèveraient de plusieurs octaves). Mais, si nous tendons la tige pendant qu'elle est traversée par un courant, le son baisse

Digitized by Google

de deux ou trois tons, les notes les plus élevées correspondant au cas où la tige n'est soumise à aucune tension.

Une action semblable, mais inverse, se produit sous l'influence de la torsion; si pendant qu'une tige est aimantée par l'action de la bobine on vient à tordre l'extrémité de 45 degrés, on arrive à détruire le son complètement; comme c'est le même angle qui produisait le silence dans les expériences rapportées plus haut, M. Hughes conclut qu'il n'est pas douteux que l'effet ne fût dû à la même rotation des molécules polarisées.

Si maintenant on fait passer un courant continu dans la tige et un courant intermittent dans la bobine, le son est augmenté, son intensité est accrue, mais sa hauteur n'a pas changé, et si l'on vient alors à produire une torsion de 45 degrés nous obtenons un silence presque complet dans un sens; mais si la torsion a lieu en sens contraire, le son est accru, il est annulé d'ailleurs si dans ce cas on vient à changer le sens du courant.

Si, lorsque le silence a été ainsi obtenu par la torsion, nous changeons la tension longitudinale mécanique, on obtient alors un son intense. Si l'on a relâché la tige, puis qu'on la soumette à une nouvelle tension, on peut obtenir le silence, et le son reparaît si l'on fait croître la tension.

Si la tige n'est pas tordue et qu'elle soit traversée par un courant constant en même temps qu'elle est soumise à l'action du courant intermittent passant dans la bobine, on trouve qu'il y a une variation dans l'intensité avec le sens du courant. Il y a d'ailleurs un changement dans le timbre; en conservant la même hauteur ils sont métalliques, clairs, semblables à ceux produits par un verre que l'on a choqué, tandis que les sons dus au magnétisme longitudinal seul sont sombres, sourds et n'ont rien de métallique. Si alors nous produisons une torsion dans un sens nous arrivons au silence avec ou sans l'action du courant continu, tandis que dans l'autre sens le son est accru d'intensité si le courant passe, tandis qu'on arrive à produire le silence quand le courant ne passe pas. En même temps il y a une modification du timbre, car quoique l'on ait un son assez intense par le passage du courant, le timbre n'a plus rien de métallique et devient semblable à celui que l'on obtenait précédemment sans l'influence de la bobine.

Digitized by Google

Un aimant permanent produit des effets sonores qui se rapprochent des précédents et sur lesquels nous ne croyons pas nécessaire d'insister. Si l'on chauffe la tige presque jusqu'au rouge, on augmentera le son produit par le magnétisme longitudinal dû à l'action de la bobine inductrice, et cet accroissement peut être évalué à 25 pour 100, mais il s'élève jusqu'à 100 pour 100 par l'action du passage direct du courant.

L'acier trempé ne donne que de faibles sons exigeant l'emploi du microphone pour être perçus; en l'aimantant par un courant constant, induisant un magnétisme spiral, le son devient perceptible directement quoique représentant 15 degrés du sonomètre, alors que le fer correspond à 175 degrés, de telle sorte que la rigidité moléculaire de l'acier se trouve mise en évidence ainsi, comme par les méthodes précédemment décrites.

Nous avons indiqué dans le résumé précédent les faits principaux signalés par M. Hughes et choisis par lui parmi les nombreuses expériences qu'il a faites, sans insister d'une manière spéciale sur l'explication hypothétique qu'il en a donnée. Mais, nous croyons devoir reproduire intégralement et textuellement les conclusions de son dernier Mémoire.

« J'ai démontré, je pense, par les expériences relatées précédemment et qui sont aisées à répéter, que :

1° Un courant électrique polarise le conducteur qu'il traverse et que le magnétisme moléculaire ainsi produit peut être transformé en courant électrique par une simple torsion de la tige conductrice;

2° C'est par la rotation de la polarité magnétique seulement qu'un courant électrique est engendré par la torsion;

3° La trajectoire d'un courant électrique à travers une tige d'acier ou de fer aimantée est une hélice;

4° Le sens de cette hélice dépend du sens du courant et de celui de l'aimantation ;

5° On peut obtenir un aimant naturel ayant une disposition moléculaire en forme de spirale; et, par conséquent, les courants électriques de sens contraire auraient l'un et l'autre une trajectoire spirale analogue en le traversant;

6° On peut faire tourner les molécules polarisées par la torsion ou en composant un effort transversal et un effort longitudinal;

Digitized by Google

7° La rotation ou les mouvements des molécules donnent naissance à des sons perceptibles;

8° Ces sons peuvent être accrus ou diminués, même jusqu'à zéro, mais seulement par les moyens qui ont donné naissance à la rotation;

9° Les mêmes effets peuvent être produits par trois méthodes indépendantes et ne sont pas dus à de simples changements de polarité et quand la rotation a été incomplète, un simple mouvement vibratoire mécanique peut reproduire le maximum d'effet;

10° La chaleur, le magnétisme, les courants électriques continus, les tensions mécaniques et les vibrations produisent toutes le même effet sur les résultats obtenus. »

Peut-être y eût-il eu un intérêt réel à présenter sous une forme plus simple les résultats obtenus et à dégager nettement les faits expérimentaux des hypothèses que l'auteur a cru pouvoir en déduire ou pour la démonstration desquelles il avait institué ces expériences; mais nous croyons en tout cas que ces recherches de M. Hughes méritaient d'être signalées, et nous ne sommes pas éloigné de penser qu'elles contribueront à faire acquérir des données précises sur l'intimité des phénomènes électriques et magnétiques.

C. M. Gariel.

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ

Au moment où ces lignes passeront sous les yeux de nos lecteurs l'ouverture de l'Exposition internationale d'Électricité aura eu lieu au palais de l'Industrie, à Paris. On sait ce que sont de semblable organisations où il faut réunir d'innombrables appareils provenant de tous les pays du monde et on comprend facilement qu'il est à peine possible que tout soit prêt à l'heure fixe. Cependant si les ouvriers travaillent encore dans le palais de l'Industrie, il faut convenir qu'ils travaillent vite, avec une activité vraiment fébrile, et que dans peu de jours le public pourra parcourir les nombreuses galeries de l'édifice entièrement organisé et transformé en un véritable Palais de l'Électricité. Nous avons déjà tout visité et nous pouvons dès à présent donner un aperçu d'ensemble de l'Exposition merveilleuse qui va s'ou-

Digitized by Google

vrir. Le lecteur nous permettra d'énoncer dès à présent notre impression, et de dire que le succès de l'Exposition d'Électricité dépassera probablement tout ce qu'on peut imaginer : elle marquera le progrès accompli par la science moderne. Tandis que le local où elle est installée suffisait naguère à exposer les produits d'une *Exposition universelle*, il devient trop étroit aujourd'hui pour donner asile aux produits d'une seule branche de la Physique contemporaine. On ne saurait trop se représenter que la plupart des appareils exposés sont le résultat de découvertes toutes modernes, nés d'hier, qui étaient absolument inconnus il y a quelques années seulement. Ce chemin de fer électrique qui transporte les visiteurs, ces machines magnéto-électriques et dynamo-électriques qui fonctionnent, ces foyers lumineux qui brillent, ces téléphones qui nous font entendre à distance les réprésentations de l'Opéra ou de la Comédie Française, tout cela est si nouveau qu'on en connaissait à peine le nom il y a cinq ans.

Le lecteur ne saurait attendre de nous qu'un simple aperçu de l'Exposition d'électricité, au moment où elle vient de s'ouvrir.

La moitié de la nef est occupée par l'Exposition étrangère : l'Angleterre, l'Allemagne, les États-Unis, les Pays-Bas, l'Italie, la Belgique, la Russie, l'Autriche, la Hongrie, la Norvège, la Suède, occupent une place considérable, et l'on peut dire que c'est un honneur pour la France de voir que toutes les nations du monde ont si bien répondu à son appel.

Au milieu du palais de l'Industrie, un vaste phare électrique domine l'ensemble des expositions partielles ; il s'élève au centre d'un bassin où naviguera le canot électrique de M. G. Trouvé.

L'autre moitié de la nef est occupée par l'Exposition française; désignons en passant les noms des différents pavillons. Les compagnies des chemins de fer du Nord, de l'Ouest, d'Orléans, de l'Est exposent les appareils multiples qu'ils emploient : télégraphes, électro-sémaphores, etc. ; le Ministère des postes et télégraphes occupe une place considérable du côté ouest du palais, et offre au visiteur une exposition d'un intérêt considérable. C'est dans cette partie du palais que se trouvent encore les expositions de la Société Gramme, Jablochkoff, celle de Breguet, de Gaston Planté.

La galerie du premier étage n'est pas moins remplie, ni moins

Digitized by Google

abondante en objets intéressants. Nous allons en signaler les différentes salles en commençant par le pavillon Sud-Ouest.

Nous visitons d'abord un théâtre élégant, où brilleront le soir les nombreux foyers de lumière électrique; nous parcourons une galerie de tableaux qu'éclaireront les rayons de l'arc voltaïque; nous traversons les salles différentes d'un appartement fort bien aménagé, antichambre, salon, salle à manger, cuisine, salle de bain, où fonctionnent des allumoirs électriques, des sonneries, des tableaux d'appel, des lumières et tout ce que l'électricité peut fournir au *confort* de la vie moderne. Voici la salle de l'exposition Jamin, puis celle où se trouvent construits de nombreux kiosques, dans lesquels on vend des jouets électriques et des appareils de différente nature. Nous traversons les salles des téléphones, celles des accessoires de la lumière électrique; nous visitons la photographie faite par M. Liebert à la lumière électrique; nous parcourons la salle des Piles; nous visitons l'exposition de l'*Électricien*, qui sera décrite en détails, le Musée rétrospectif, où se trouvent réunis d'innombrables curiosités de l'histoire de l'électricité, la bibliothèque, la salle de lecture, et nous pénétrons dans la vaste salle du Congrès, où plus de trois cents assistants pourront prendre place.

A côté de la salle du Congrès, deux vastes pièces sont entièrement remplies par l'exposition de M. Edison. On connaît à l'avance quelques-uns des remarquables objets qu'on y pourra étudier: le télégraphe quadruple, l'électro-motographe, le phonographe, qui sont les gloires du célèbre inventeur américain.

Ajoutons que sur la galerie du premier étage on verra fonctionner le modèle en petit d'un ballon dirigeable électrique, qu'a construit celui qui écrit ces lignes.

Le soir l'Exposition resplendira de feu que nul n'a pu voir briller jusqu'à ce jour. Les lumières Jablochkoff et Werdermann; les lumières Maxim et Edison; celles de la compagnie l'Alliance, de Lontin, de Brush, de Fyfe, de Jamin, de Swan, de Gérard, de Jaspar, de Siemens, de la Société Espagnole d'Électricité, de la Compagnie Force et Lumière, de Reynier, etc., etc., rivaliseront de rayons. Ce sera un véritable éblouissement, bien digne d'éclairer les merveilles de l'Exposition d'Électricité.

GASTON TISSANDIER.

Digitized by Google

DU RENDEMENT D'UN SYSTÈME
DE DEUX MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES CONJUGUÉES

La plupart des applications du transport électrique de la force sont réalisées avec des dynamo-machines, l'une commandant (source), l'autre commandée (récepteur).

On ne sait pas jusqu'ici quelles sont les conditions dans lesquelles le travail maximum peut être obtenu du récepteur.

Le problème paraît n'être pas susceptible d'une solution générale; mais il est au contraire facile de savoir quel est le rendement de ce système.

Pour l'établir, supposons qu'à un moment déterminé le système fonctionnant en équilibre, c'est-à-dire à une vitesse uniforme, l'intensité du courant soit i; le travail électrique dépensé par la source soit T et le travail fourni par le récepteur t.

On peut séparer les électro-aimants inducteurs de leurs anneaux respectifs, et les exciter par deux sources distinctes donnant dans chacun de ces circuits un courant d'une intensité i; si en même temps on intercale entre les deux anneaux une résistance égale à celle des deux systèmes d'électro-aimants excitateurs ensemble, rien ne sera changé et l'intensité du courant notamment sera encore i.

Or ce système nouveau qui dépense autant et fournit autant de travail que le premier, est assimilable au système de deux machines magnéto-électriques, pour lequel le rendement est égal au rapport des F E M. Par conséquent le rendement du système de deux dynamo-machines conjuguées est égal au rapport des F E M du récepteur et de la source.

Quant à la détermination des deux F E M elle ne présente aucune difficulté. Il faut, pour connaître E, celle de la source, exciter les électro-aimants de cette machine par une source distincte, leur donner l'intensité magnétique qu'ils avaient dans le système considéré, en donnant au courant excitateur de ces électro-aimants l'intensité i; et enfin il faut mesurer par une méthode quelconque la F E M du courant produit par l'anneau tournant à la vitesse qu'il a dans le système au moment consi-

Digitized by Google

déré. Pour déterminer celle du récepteur, la méthode à suivre est la même.

Dans le cas particulier *de deux machines identiques conjuguées*, les intensités magnétiques sont les mêmes, puisque les électro-aimants sont excités par le même courant; dès lors les deux F E M sont proportionnelles aux vitesses de rotation et par suite *le rendement est égal au rapport des vitesses.*

Il faut bien comprendre que le rendement dont nous avons donné la formule et la mesure dans ce qui précède n'est pas du tout le rendement que mesurent les ingénieurs.

Nous avons parlé du rendement électrique, rapport du travail électrique fourni par le récepteur, au travail électrique dépensé par la source, $\frac{t}{T}$.

Le rendement des ingénieurs ou rendement pratique est le rapport du travail effectivement fourni par le récepteur au travail emprunté au moteur par la source.

Or, le travail fourni par le récepteur est égal à t diminué du travail des frottements et autres résistances passives tf soit égal à $t - tf$.

Et le travail absorbé par la source est égal à $T + Tf$ si on appelle Tf le travail des frottements et autres résistances passives dans la machine-source.

Par conséquent donc, le rendement pratique est égal à $\frac{t - tf}{T + Tf}$ très inférieur au rendement électrique $\frac{t}{T}$.

Quand on rencontre dans les mesures prises par M. Fontaine, par exemple, et publiées dans l'*Électricien* du 15 juin, des rendements de $\frac{50}{100}$, $\frac{51}{100}$, $\frac{52}{100}$ et jusqu'à $\frac{573}{1000}$, on doit conclure que le rendement électrique a pu atteindre $\frac{70}{100}$.

Nous pensions avoir fait le premier l'observation que le rendement est égal au rapport des F E M dans le cas des dynamo-machines, comme dans le cas bien connu des magnéto-machines; mais nous consultâmes M. Mascart qui nous montra les notes de son cours de 1881, au Collège de France, dans lesquelles le théorème est formulé.

Digitized by Google

Peut-être nous saura-t-on gré d'en avoir donné une démonstration sans calculs qui la rattache au cas des magnéto-machines.

Nous serions fort reconnaissant à celui de nos lecteurs qui nous signalerait s'il existe une publication antérieure du même fait.

A. Niaudet.

ROLE

DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LA MÉTALLOTHÉRAPIE

En 1849, Burq, alors étudiant en médecine, eut l'idée d'appliquer, pour combattre les anesthésies, des plaques de différents métaux sur les parties atteintes. Les résultats qu'il obtint furent surprenants, et des malades, chez lesquels diverses médications avaient été essayées sans résultat, furent très sensiblement améliorés.

Survint alors l'épidémie de choléra. Burq essaya de faire disparaître ou tout au moins de diminuer les crampes si douloureuses chez les cholériques, par l'application des lames de différents métaux sur les membres affectés. Là encore il obtint des résultats remarquables. Malgré les faits observés et les nombreux cas de guérison constatés, ce ne fut qu'en 1875 que Claude Bernard fit nommer une commission pour examiner les faits avancés par Burq et pour tenter d'en connaître les causes. Cette commission, composée de MM. Charcot, Luys et Dumontpallier, reconnut l'exactitude des faits avancés et supposa de suite que le contact des métaux pouvait agir par les courants électriques qu'il devait produire. Il fallait donc savoir d'abord si des métaux en contact avec le corps humain donnaient des courants mesurables, et ensuite si la substitution de courants égaux à ceux résultant de l'application de métaux produirait les mêmes résultats.

Sur le premier point, M. P. Regnard, se servant d'un galvanomètre très sensible, reconnut que l'application de différents métaux donnait des courants d'intensité différente, mais d'une intensité constante pour chaque métal, ne variant que selon le plus ou moins de pureté du métal employé.

Sur le second point, on a pu substituer aux plaques un courant

Digitized by Google

de même intensité et obtenir les mêmes résultats qu'avec les plaques. Mais là, on s'est trouvé en présence d'un phénomène singulier. On a remarqué qu'en augmentant l'intensité du courant le malade n'était plus impressionné, mais qu'il le redevenait lorsque l'intensité avait atteint un certain degré. En augmentant encore cette intensité, l'on passait successivement par des périodes d'inaction et d'activité. Comment maintenant expliquer la manière dont se produit l'électricité par le contact des plaques métalliques. Là, plusieurs opinions sont en présence, mais, il faut bien le reconnaître, aucune ne donne une explication complète des faits observés.

L'une, soutenue par M. Rabuteau, prétend que l'électricité est produite par une action chimique résultant du contact de la sueur, dont la peau est plus ou moins imprégnée. Les faits qui sembleraient prouver cette thèse sont les suivants : le même métal donne des courants d'intensité très variables suivant les personnes sur lesquelles il est appliqué. Si l'on humecte la peau avant d'appliquer le métal, les courants sont notablement plus forts. L'intensité du courant est en raison directe de la surface des plaques et de leur altérabilité. Une autre opinion, celle du docteur Onimus, déclare qu'il n'y a pas oxydation, mais simplement production de phénomènes électro-capillaires.

M. Vigouroux présente des objections contre la théorie des courants, objections d'une certaine valeur. Il suffit, dit-il, de placer une plaque inactive sur une plaque active pour annuler les effets de cette dernière et, d'un autre côté, on peut vernir ou cirer les métaux appliqués sans empêcher les effets favorables de se produire. Il n'y aurait donc là que des faits d'électricité de contact. M. Gradle, de Chicago, croit que l'origine des courants est due à des différences de température ; on formerait aussi des espèces de couples thermo-électriques, dont l'intensité varierait suivant les différents métaux employés et la différence de température entre la peau et la plaque employée.

Quoi qu'il en soit, il est vraisemblable que l'électricité joue un grand rôle dans la métallothérapie et que c'est à elle seule qu'il faut attribuer les effets produits par l'application des plaques de différents métaux sur la peau. Dr P. Ranque.

Digitized by Google

LE SIPHON-RECORDER

DE SIR W. THOMSON

DEUXIÈME ARTICLE [1]

Dans notre premier article, nous avons étudié le moteur électrique et le *mouse-mill* destiné à l'électrification de l'encre : nous allons voir aujourd'hui comment fonctionne le récepteur ou le *siphon-recorder* proprement dit.

BOBINE ET SIPHON

La bobine et le siphon sont disposés sur un châssis (figures 8 et 9), maintenu en place entre les électro-aimants par la vis-écrou C, qui se fixe à l'arrière du demi-cylindre en fonte NN (figure 7), supportant les deux grandes bobines MM. Le cadre de la bobine S est suspendu par un fil de soie passant sur la poulie *r* (fig. 10 et 11). On peut varier la position de cette poulie au moyen du boulon *w* ; au centre de la bobine se trouve une pièce fixe de fer doux *s*, *s* qui a pour objet d'augmenter l'intensité du champ magnétique au centre duquel est suspendue la bobine.

Fig. 7.

Deux poids suspendus au cadre de la bobine ne peuvent glisser dans les guides *z* ; les brins de soie qui les portent passent sous le pont *x* dont on peut varier à volonté la distance à la bobine à l'aide de la vis *y*. On change ainsi la période de vibration de la bobine en faisant tirer plus on moins les fils de soie qui suspendent les poids contre le pont *x*. Dans certains appareils on obtient le même résultat d'une façon plus simple, représentée figure 12. Le pont est double, et consiste en deux tiges a_1, et a_2 fixées dans le même plan sur une pièce commune qui peut s'élever ou s'abaisser à volonté, l'attache du poids W passe en avant de *a*, et en arrière de a_2 ; on évite ainsi le plan incliné, et le poids peut rester librement suspendu. Revenons aux figures 10 et 11, *p* et *q* sont les serre-fils des extrémités de la bobine, ils communiquent, par des fils d'attache, avec les bornes T_1 et T_2 de l'ensemble. Au-dessus et à droite de la bobine est attachée en *v* un fil de cocon dont l'autre bout est fixé à un petit levier vertical *u* appelé *multi-*

[1] Voy. l'*Électricien*, n° 7, 15 juillet 1881.

Digitized by Google

plicateur. Au bout supérieur de ce levier, un autre fil de cocon le rattache à l'extrémité gauche d'une sorte de petite selle en aluminium supportant le siphon. On se dispense souvent du multiplicateur en rattachant directement la bobine au siphon. La selle en aluminium est supportée par un fil métallique fin *ll* fixé aux deux extrémités du pont *i* et à des petits ressorts en acier recourbé; des vis U, attachées à ces ressorts permettent de donner au fil la torsion voulue. Derrière le cadre de la bobine et en direction opposée au point d'attache *v*, est fixée une autre fibre aboutissant à la pièce mobile *o* dont on peut faire varier la position dans la rainure par la vis de rappel *n*. On peut donc augmenter ou diminuer à volonté l'effort de ce fil et contre-balancer avec exactitude l'effort que la bobine subit de l'autre côté. Cette partie du réglage est la plus délicate, la tension verticale convenable des poids s'obtient plus aisément, mais, une fois le réglage horizontal obtenu, il n'y a plus à s'en occuper.

Le pont *ii* qui supporte la selle du siphon est fixé dans la rainure de la pièce *m*, *m*, au moyen de l'écrou *j*. En avançant ou en reculant convenablement ce pont dans la rainure, on obtient l'ajustement du siphon par rapport au papier; la torsion du fil métallique fin concourt aussi à cet ajustement. La pièce *m*, *m* est d'ailleurs à charnière et en la soulevant on peut faire sortir le siphon du réservoir d'encre dans lequel il plonge. Cette charnière M soulève le pont *m* suivant une rainure courbe ménagée dans le métal, de sorte que les fils qui relient le siphon à la bobine des signaux ne reçoivent aucune tension par ce mouvement. Le réservoir *k* contient l'encre dans laquelle plonge la plus courte branche du siphon. Cette encre s'obtient en dissolvant dans l'eau le meilleur bleu d'aniline du commerce. En faisant dissoudre dans un demi-verre d'eau la quantité de cristaux qui peut tenir sur la pointe d'un canif, on obtient une encre parfaitement fluide, d'un beau bleu foncé qui n'épaissit pas.

Fabrication des siphons en verre. — Les stations sont pourvues d'une quantité de tubes fins en verre pour en faire des siphons. Lorsque le stock vient à manquer on peut le renouveler en chauffant à la flamme du gaz, ou mieux au jet d'une lampe Bunsen, un tube de verre doux d'environ 5 millimètres de diamètre. Quand il est suffisamment ramolli, on l'étire au diamètre voulu et on le coupe en morceaux d'environ dix centimètres. Les siphons plus fins donnent des signaux très nets, mais ils exigent plus d'électricité de la part du moulin, et ils s'obstruent quand l'encre entraîne avec elle des poussières ou autres résidus. Pour donner aux tubes la forme de siphon (fig. 13), on prend un des tubes et on le chauffe simplement aux points convenables avec le charbon rouge provenant d'une allumette en bois dont on vient

Digitized by Google

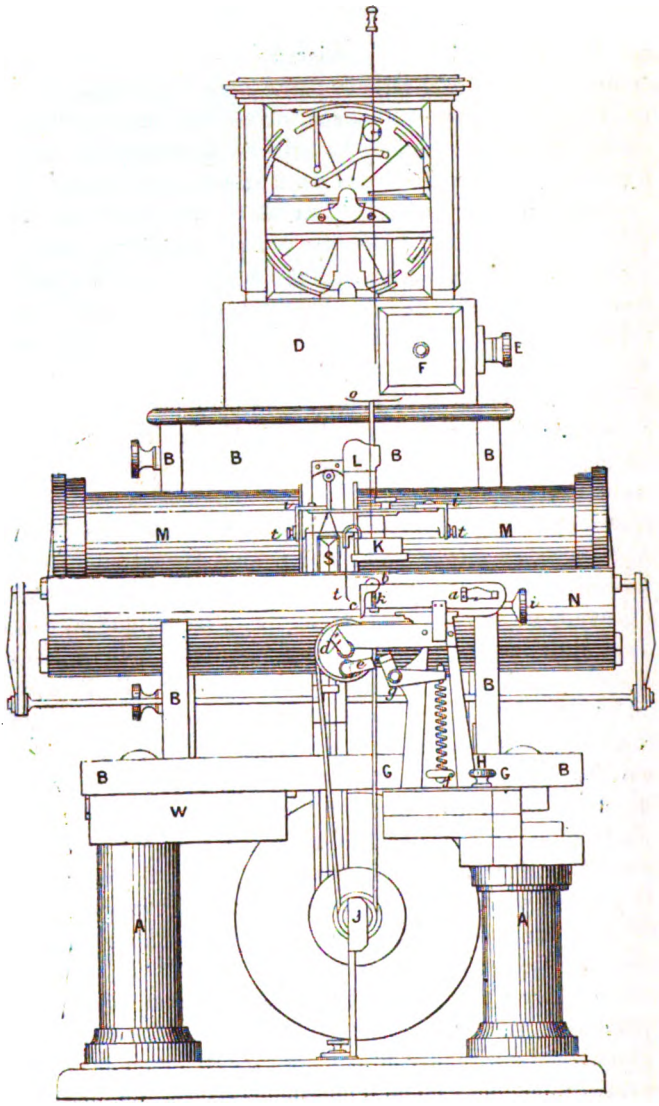


Fig. 8.

Fig. 8 et 9. — A,A,A. Supports en bois. — B,B. Cadres de l'appareil. — C. Tablette du moulin, quel'on peut enlever de B,B pour régler l'appareil. — D. Partie inférieure du moulin contenant l'électro-aimant d'entraînement. — E. Borne de l'électro-aimant. — F. Tiroir en plomb contenant de la pierre ponce et de l'acide sulfurique. — G. Plaque triangulaire en cuivre portant le mécanisme d'entraînement du papier et ses accessoires. — H. Écrou fixant A sur B et permettant d'avancer ou de reculer tout le système d'entraînement du papier. — I. Poulie située sur l'axe du cylindre de déroulement et guidant le papier. — K. Réservoir d'encre, mis en communication métallique avec la plaque O, mais parfaitement isolé du système par la pièce d'ébonite L, excepté la communication formée par le siphon *t,t*. — M,M. Grands électro-aimants, entre les pôles desquels est suspendue la bobine des signaux S. — N,N. Demi-cylindre de fer doux, for-

Digitized by Google

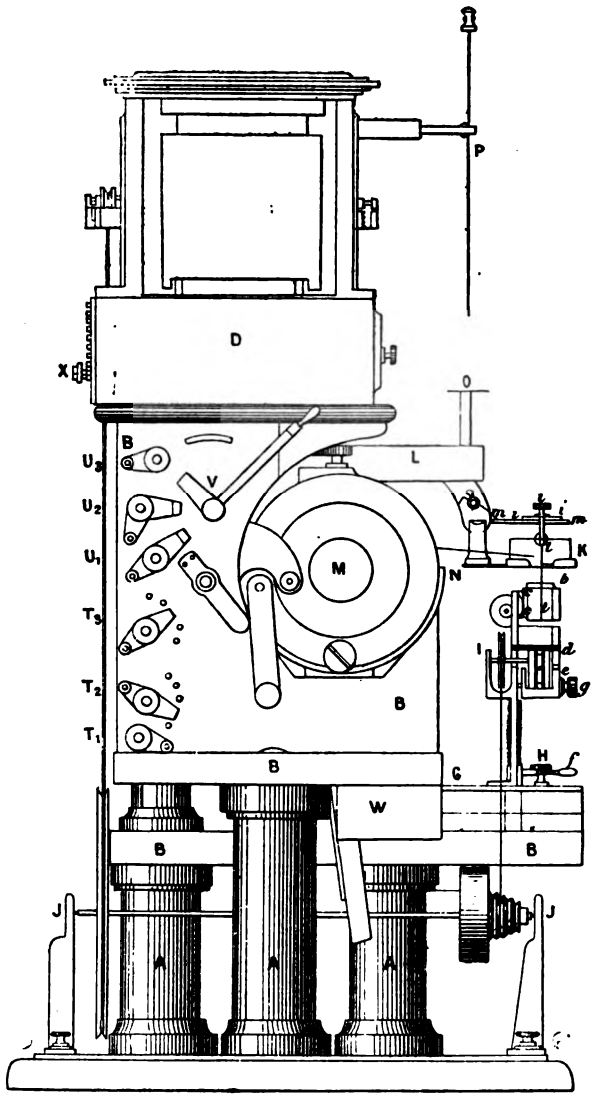


Fig. 9.

ant à la fois le lit et l'armature des électro-aimants M,M. — O. Plateau en cuivre, formant le collecteur de l'électricité engendrée dans le moulin. — P. Baguette de cuivre terminée en pointe et conduisant l'électricité recueillie par la plaque O. — S. Écheveau rectangulaire de fils de cuivre fins isolés, formant la bobine des signaux. — T_1,T_2,T_3. Bornes terminales de la bobine des signaux rattachées aux commutateurs rayonnants sur une série de dérivations que l'on peut introduire dans le circuit de la bobine S. — V,V,V. Bornes terminales de la pile, dont les deux pôles sont attachés aux deux vis extrêmes. — V. Commutateur de la pile, au moyen duquel on peut envoyer la pile en entier ou par moitié dans l'électro-aimant M. — W. Tiroir outils. — X. Commutateur permettant d'insérer dans les bobines du moulin des résistances qui varient la vitesse de rotation.

Digitized by Google

d'éteindre la flamme ; en maintenant le tube dans une position convenable, il se courbe par son propre poids quand le verre se ramollit. Il y a là un tour de main qui demande de la pratique. La branche la plus longue du siphon doit avoir six centimètres et la pointe doit être ramenée en avant de façon à former un angle d'environ 180 degrés avec cette branche. En chauffant les angles, il faut prendre garde de

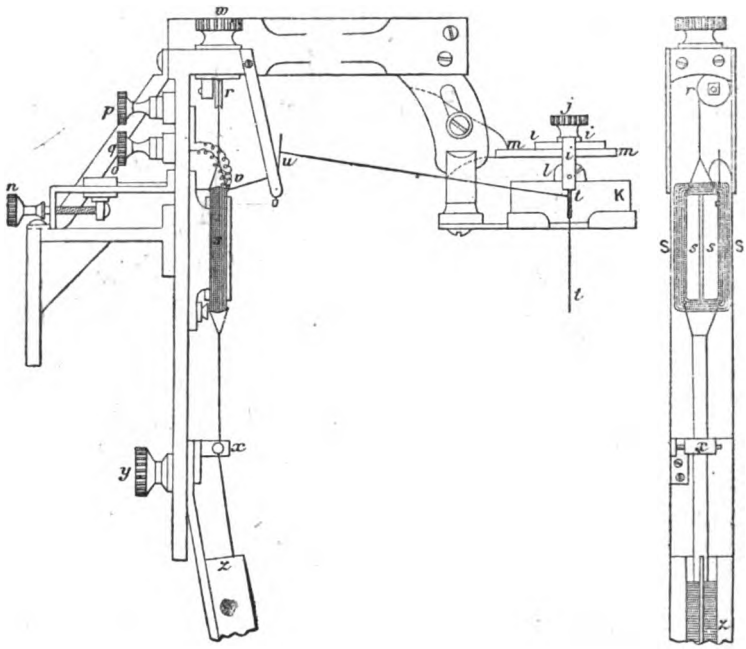
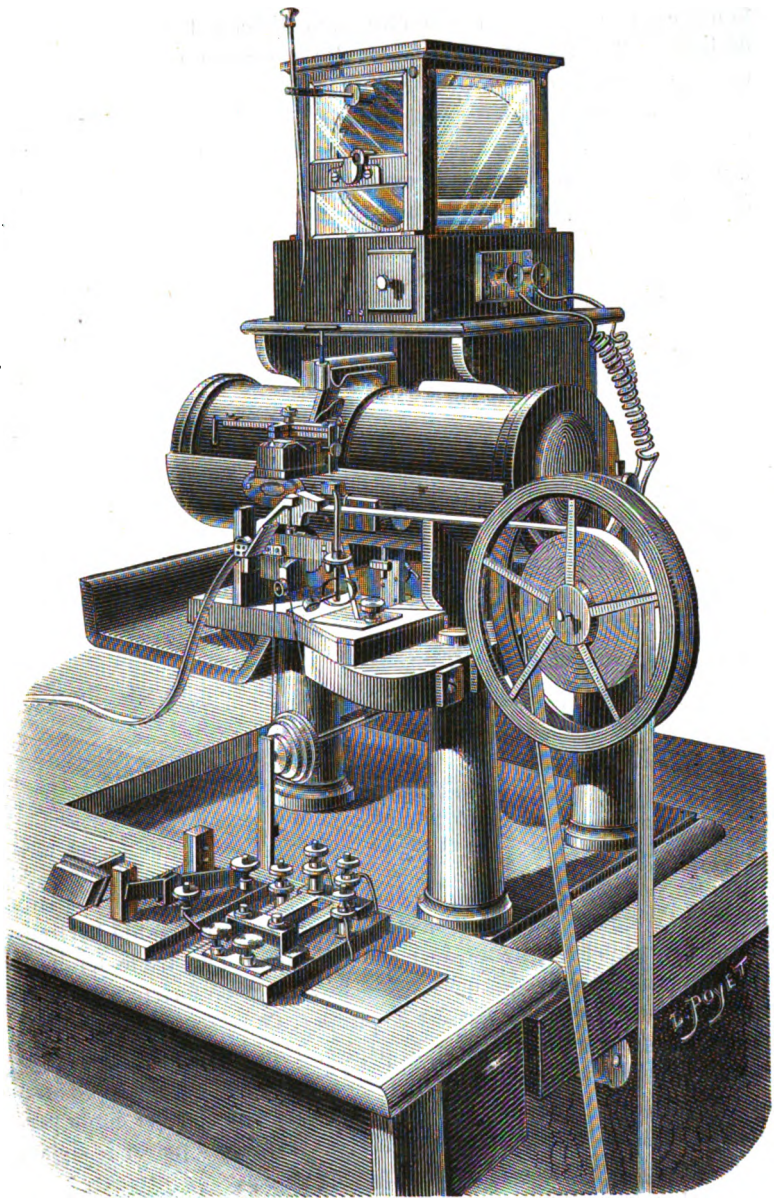


Fig. 10. Fig. 11.

ne pas trop ramollir le verre, ce qui diminuerait son diamètre intérieur. On adoucit parfois les bords du siphon sur une pierre à émeri afin qu'ils n'accrochent pas le papier quand on le rapproche trop près. Sur les circuits de peu de longueur, où l'on n'a pas besoin d'une grande sensibilité, on peut employer un siphon de gros diamètre, et dans ce cas, si le papier passe assez près du siphon, l'encre s'écoule d'une façon très uniforme sans électrification. Dans ce cas, il va sans dire que la pointe doit être traitée avec un soin particulier.

Le siphon est fixé sur la selle qui le supporte (fig. 12) avec un peu de cire vierge et au moyen d'une petite spatule. On soulève alors le pont pour sortir du réservoir d'encre la branche la plus courte du siphon.

Digitized by Google



Vue d'ensemble du siphon-recorder.

Digitized by Google

L'appareil formant l'ensemble de la bobine et du siphon est souvent fourni en double de manière à être immédiatement remplacé en cas de besoin. Il en est de même du moulin électrique et du petit chariot G, H qui détermine l'entraînement du papier.

Entraînement du papier. — Le papier entre à droite et est maintenu tendu par un petit ressort d'acier *a* (fig. 8). Il passe ensuite au-dessus du rouleau-guide *t* que l'on peut soulever ou abaisser au moyen de la vis *k*, puis sur une platine légèrement convexe et pendant verticalement.

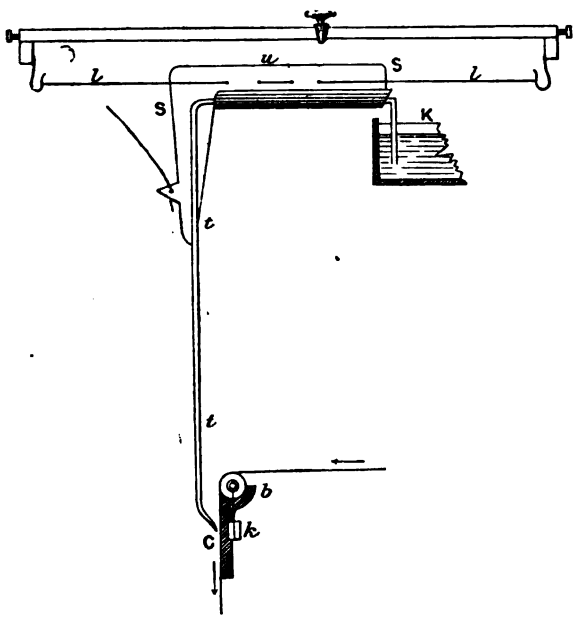


Fig. 12.

Fig. 13.

De là il s'engage entre les rouleaux *d* et *e* pour être déroulé horizontalement à gauche. Le rouleau *e* presse fortement contre le tambour *d* au moyen de son support qui se rattache à un levier fortement retenu, par son extrémité par un ressort à spirale *f*. Ce ressort peut être relâché à volonté pour renouveler le papier. Tout le système d'entraînement est supporté sur un pied triangulaire G, fixé au massif en bois de l'appareil par l'écrou H. Une rainure traversée par cet écrou permet d'avancer ou de reculer cet appareil de manière à placer le siphon dans l'axe de déroulement de la bande de papier.

En dehors des shunts, dont nous parlerons plus loin, on peut augmenter la sensibilité de l'appareil au moyen des précautions suivantes :

Digitized by Google

Plus le pont x sous lequel passe l'attache des poids sera bas, plus la distance qui le sépare de la bobine sera longue et plus cette dernière oscillera librement autour de son axe vertical.

Les poids qui dirigent la bobine peuvent varier entre certaines limites. Il suffit qu'ils soient assez lourds pour ramener la bobine à sa position normale sans intervalle sensible entre la cessation du courant et le mouvement de retour correspondant; 5 à 6 grammes suffisent pour chacun des deux poids.

On diminue d'ailleurs la force directrice en rapprochant les cordons de soie qui supportent ces poids. On voit sur la figure 10 que ces cordons sont reliés entre eux juste au-dessous de leur point d'attache à la bobine; on les relie de même sous le pont x, mais il ne faut pas que ces fils de suspension se touchent. Cette méthode d'augmenter la sensibilité de l'appareil est préférable à l'allégement des poids et ne diminue pas la stabilité de la bobine.

Le bras de levier du multiplicateur u (fig. 10) peut être augmenté en abaissant son point d'attache à la bobine ou en élevant celui qui le relie au siphon. Ce levier est fixé par son extrémité inférieure, au moyen de cire vierge, à un petit fil tendu au bas du cadre indiqué sur la figure. Un léger contrepoids fixé à sa base le maintient en position.

Arrêt de l'appareil. — Quand l'appareil ne fonctionne pas, on coupe le circuit des gros électro-aimants, en tournant le commutateur V. On arrête aussi le mouvement du moulin en enlevant le contact X; le siphon est sorti du réservoir d'encre et vidé par succion de toute l'encre qu'il contient afin de l'empêcher de sécher à l'intérieur. C'est d'ailleurs toujours ainsi qu'on l'amorce ou le dégage des matières étrangères que l'encre peut entraîner. Cette opération demande de grandes précautions, car on pourrait non seulement ainsi briser cet organe fragile, mais aussi tendre au delà des limites convenables ou même rompre les attaches en fil de cocon.

Si l'appareil cesse de fonctionner pour peu de temps, la corde d'entraînement du papier peut être placée sur la poulie la plus petite, la vitesse de déroulement est alors diminuée ainsi que l'usure du papier-bande. Ou bien encore le levier g du rouleau compresseur e (fig. 8) étant abaissé en détendant le ressort f, le papier ne s'écoule plus et l'encre s'accumule en larges gouttes. Une autre ressource consiste à former une bande de papier sans fin d'environ deux mètres, en collant ses deux extrémités ensemble. Cette bande, en venant se placer continuellement devant le siphon, recevra les marques de sa pointe et économisera le rouleau de papier. Le moulin électrique ne doit jamais être arrêté sans soulever et vider en même temps le siphon.

Digitized by Google

Quand l'appareil est installé au rez-de-chaussée, on le place sur un bâti en brique ou mieux encore sur un socle en pierre s'appuyant sur le sol. Ce socle est indépendant de la table à écrire qui doit dépasser d'environ trente centimètres la base de l'appareil, affleurant à peu près la tablette B de la figure 9. Cet arrangement empêche l'appareil de subir tout ébranlement provenant des chocs de la table. Quand les bureaux doivent être situés à des étages supérieurs, l'appareil est placé sur une tablette en marbre s'appuyant sur de fortes consoles en fer maçonnées dans la muraille. Il faut autant que possible poser l'appareil à droite d'une fenêtre, afin qu'il soit bien éclairé par la gauche. Que l'on pose l'appareil sur un bâti ou sur une tablette en marbre, il doit être absolument de niveau afin que la bobine des signaux pende librement et que le moulin électrique puisse tourner convenablement sur son axe sans frottement. A. Ternant.

(*A suivre.*)

SUR UNE BALANCE ÉLECTRO-DYNAMIQUE

PAR M. H. HELMHOLTZ
professeur de physique à l'Université de Berlin [1].

Pour éviter les troubles produits par les variations d'intensité et de direction du magnétisme terrestre, lorsqu'on mesure les courants galvaniques par leurs actions électro-magnétiques, j'ai essayé de construire une balance électro-dynamique. J'ai suspendu aux extrémités du fléau d'une petite balance de précision, au lieu de plateaux, deux bobines de fil de cuivre dont la hauteur est égale au diamètre du cylindre sur lequel elles sont enroulées. Leur axe est vertical, et elles sont suspendues de telle manière qu'elles ne peuvent pas tourner autour de cet axe. Deux grandes spirales de même hauteur, mais d'un plus grand diamètre, sont placées dans une position fixe, supportées par un disque horizontal métallique dont le centre est fixé sur la colonnette du milieu de la balance. Les liaisons des fils sont faites de telle sorte que l'une des bobines mobiles est attirée par la bobine fixe, andis que l'autre est repoussée. Les deux bobines fixes sont placées un peu plus haut que les bobines mobiles. La bobine mobile attiré s'élève, tandis que la bobine repoussée s'abaisse au moment du passage du courant.

Deux difficultés se présentent dans la construction d'une balance de cette nature.

[1] *Proceedings of the Royal Society.*

Digitized by Google

Il faut d'abord que le courant arrive aux bobines mobiles sans troubler leur mobilité, et sans qu'il y ait de points où, par suite d'une pression trop faible, on obtiendrait une résistance variable. J'y ai réussi en employant une sorte de clinquant de laiton très mince, employé dans les jouets d'enfant, et connu en Allemagne sous le nom de *Rauschgold* (étain d'or), parce qu'il a à la fois l'aspect de l'or et qu'il produit une sorte de craquement lorsqu'on le remue. Des bandes de ce clinquant, de 30 centimètres de longueur et de 6 à 7 millimètres de largeur, sont très flexibles, ne donnent aucun signe de frottement intérieur, leur résistance aux courants électriques est assez faible et les courants puissants ne les échauffent pas facilement, parce que la surface en contact avec l'air est relativement grande.

J'ai relié chacune des bobines mobiles avec les autres fils conduisant le courant par deux bandes semblables pendant librement, et attachées à quatre pièces de laiton fixées à la partie supérieure de la balance.

Je ferai remarquer en passant que des bandes de clinquant de cette nature, mais de plus grande longueur, sont très utiles pour démontrer l'action d'un aimant sur un courant mobile. En suspendant la bande de clinquant de façon qu'elle prenne une forme un peu courbée, elle est attirée, repoussée, soulevée et roulée autour de l'aimant avec une très grande vitesse, d'une façon saisissante.

La seconde difficulté consiste à placer les bobines dans une position telle qu'elles ne changent ni la stabilité ni la sensibilité de la balance. Il faut pour cela que l'intensité de la force électro-dynamique ne change pas sensiblement pendant les petites oscillations.

La force est zéro si le milieu de la bobine est à la même hauteur que celui de la bobine fixe. La force est encore zéro si la distance des deux bobines est infinie. Entre ces deux limites, il existe une valeur maximum qui correspond à une position très voisine de celle où la surface supérieure d'une des bobines est à la même hauteur que la surface inférieure de l'autre. Entre la position centrale des deux bobines et la position de force maximum, la dérivée de la force par rapport à l'accroissement de distance des centres est positive; elle devient négative lorsqu'on dépasse la position de maximum. La dérivée devient encore égale à zéro pour une distance des centres infinie. Il y a donc entre la position de force maximum et l'infini une distance pour laquelle la dérivée a un maximum négatif, et par suite, pour lequel la dérivée seconde est égale à zéro. C'est la position correspondante qu'il faut donner aux bobines. Comme la distance d'une paire de bobines diminue toujours autant que celle de l'autre paire augmente la variation de la force dépend seulement de la dérivée seconde. Si

Digitized by Google

cette dérivée est positive, le courant électrique produit un équilibre instable; si elle est négative, l'équilibre devient plus stable, mais la balance devient alors moins sensible que lorsqu'elle n'est pas traversée par le courant. Si les bobines sont placées à la distance convenable, on n'altère ni la sensibilité ni la stabilité de la balance, et cette circonstance elle-même suffit pour trouver la vraie position.

Si l'instrument est bien réglé, on détermine le poids qui équilibre la force électro-dynamique à 1 milligramme près. Comme la force exercée par le courant est proportionnelle au carré de son intensité, on mesure l'intensité d'un courant équilibré par un poids de 1 gramme avec une exactitude de 1/2000; la force qui équilibre l'action électro-dynamique est la pesanteur, elle n'est donc pas sujette aux variations du magnétisme terrestre ou à celles de l'élasticité d'un fil roulé en spirale auquel une des bobines est suspendue.

Les observations de l'équivalent électro-chimique du courant correspondant au poids de 1 gramme, faites avec cet appareil par différents expérimentateurs pendant le cours de l'année dernière, ont donné des résultats très concordants.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

SYSTÈME WESTON

Le système d'éclairage électrique de M. Weston est, comme la plupart des systèmes, complet en lui-même, c'est-à-dire qu'il comprend un générateur électrique et une lampe spéciale permettant d'établir un assez grand nombre de foyers sur un seul et même circuit.

LA MACHINE

Le principe de la machine Weston est analogue à celui de la machine Gramme dont elle ne diffère que par certains points de construction dont quelques-uns ne sont pas sans intérêt et sans mérite. Dans le premier modèle représenté figure 1, les inducteurs étaient plats et horizontaux; dans le modèle plus récent, représenté figure 2, qui est celui qui figurera à l'Exposition d'Électricité, les inducteurs sont formés de barres circulaires entourées de fil, comme dans les premiers modèles de la machine Gramme. Les bobines sont reliées en tension, sur le même circuit, et sont traversées par le courant entier de la machine. Les armatures polaires qui entourent l'anneau, au lieu

Digitized by Google

d'être pleines, portent une série de languettes découpées T, T_1, ainsi que le montre le diagramme de la figure 3 qui représente ces armatures en supposant la plaque latérale enlevée et les cylindres de l'inducteur coupés. Il faut remarquer que la longueur des languettes est plus grande aux extrémités qu'au milieu ; elles forment une sorte d'ellipse.

M. Weston pense que cette disposition assure une régularité plus grande au courant, et que l'induction se produit successivement du centre aux extrémités et *vice versa*, au lieu de se faire simultanément sur toute une section à la fois du fil de l'armature. Le but du découpage des armatures de l'inducteur est double. Il empêche la produc-

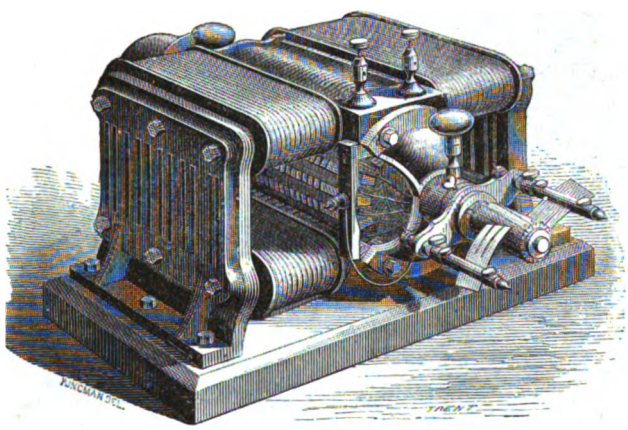


Fig. 1. — Machine Weston (premier modèle).

tion de contre-courants d'induction dans les pôles de l'inducteur, et il facilite le refroidissement de l'induit qui n'atteint alors jamais une trop haute température.

L'armature de la machine a aussi une forme particulière. Elle se compose d'une série de disques de fer superposés découpés comme l'indique la figure 4, en forme de roue dentée. L'on superpose trente-six de ces disques, en les séparant par de légers intervalles égaux à l'épaisseur même de chacun. On dispose aux extrémités deux disques pleins et l'ensemble présente alors l'aspect d'un cylindre avec ses extrémités hémi-sphériques portant seize rainures parallèles à l'axe et une série de cercles alternativement vides et pleins. L'enroulement est analogue à celui de l'anneau Siemens ; c'est-à-dire que le fil enroulé suivant une rainure longitudinale se roule ensuite sur la rainure diamétralement opposée. Cette construction de l'armature assure sa

Digitized by Google

ventilation ; il s'établit à l'intérieur un véritable courant d'air qui s'é-

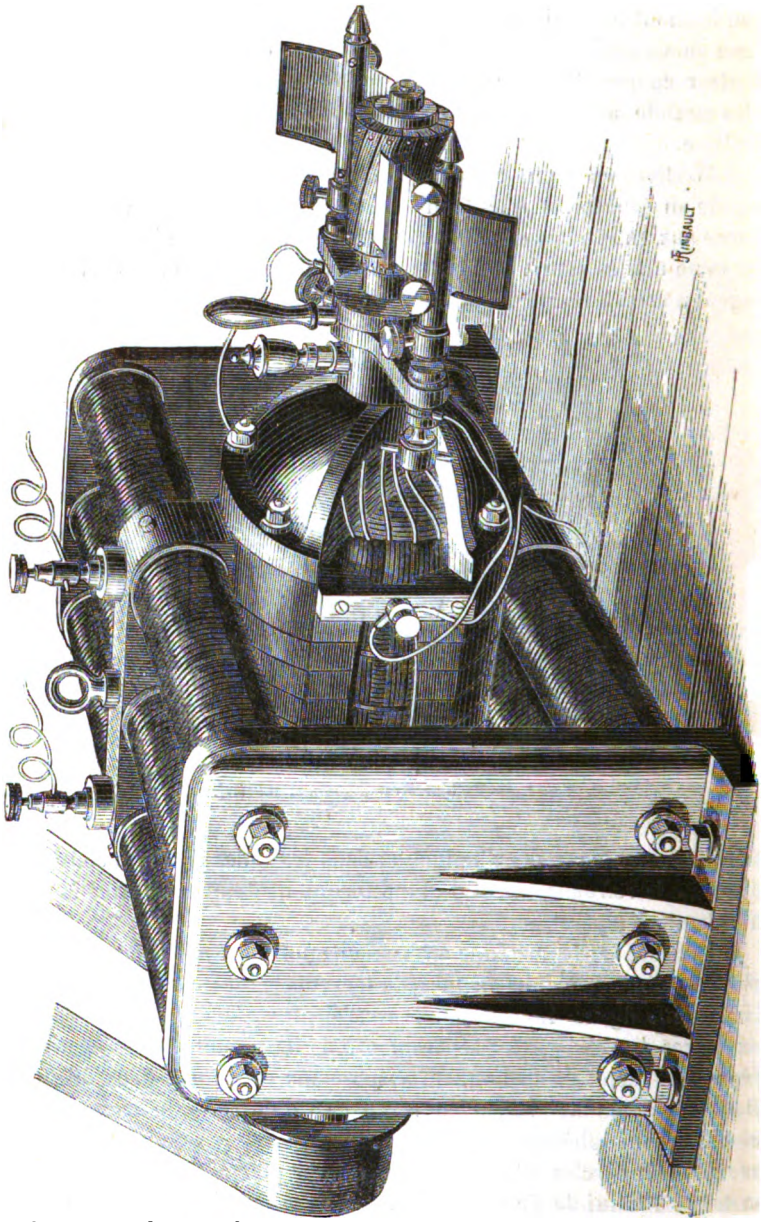


Fig. 2. — Machine Weston (modèle actuel).

chappe par les nombreux interstices, la bobine jouant à peu près le rôle d'un ventilateur à force centrifuge.

Digitized by Google

Le collecteur est analogue à celui de Gramme, les lames ne sont pas disposées suivant des génératrices parallèles à l'axe, mais elles sont légèrement obliques. Grâce à cette disposition, les balais touchent toujours deux lames à la fois, et il n'y a jamais rupture du circuit, ce qui assure la constance du courant. Les balais collecteurs sont formés

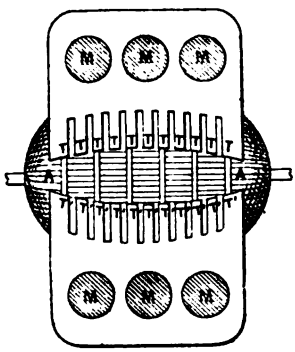


Fig. 3. — Diagramme de l'inducteur.

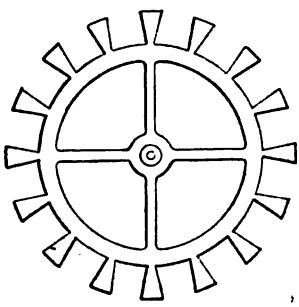


Fig. 4. — Section transversale de l'induit.

de dix à douze lames de cuivre mince élastique, légèrement infléchies et fendues de façon à former trois languettes, pour qu'elles puissent, en vertu de leur élasticité, bien s'appliquer sur le collecteur. Les deux balais sont montés sur une pièce mobile autour de l'axe, de façon à ce qu'on puisse faire varier le calage à la main, et par suite la puissance du courant fourni par la machine. La figure 2 représente clairement cette disposition.

LA LAMPE

La lampe Weston est fondée sur le principe différentiel et permet de disposer un nombre indéterminé de foyers sur un seul circuit. Le mécanisme est placé à la partie supérieure, comme on le voit sur la figure 5 qui représente l'ensemble de la lampe. La figure 6 est un diagramme qui en explique le fonctionnement.

Le charbon inférieur est fixe, le porte-charbon supérieur R (fig. 6) glisse librement dans la griffe C lorsque le courant ne traverse pas l'appareil, et la pointe du charbon supérieur vient reposer sur le charbon inférieur.

M M est un électro-aimant de construction particulière et A son armature, qui peut prendre seulement un mouvement de va-et-vient vertical, parce qu'elle est fixée à deux ressorts plats d'acier N et O solidement attachés au bâti.

Dans la position de repos, le bout supérieur de l'armature est un

Digitized by Google

peu au-dessous du noyau supérieur de l'électro-aimant, son attraction aura donc pour effet de soulever l'armature et la griffe C qui lui est fixée, mais cette griffe est disposée de telle sorte qu'elle soulève en même temps le porte-charbon supérieur R en le coinçant, à peu près

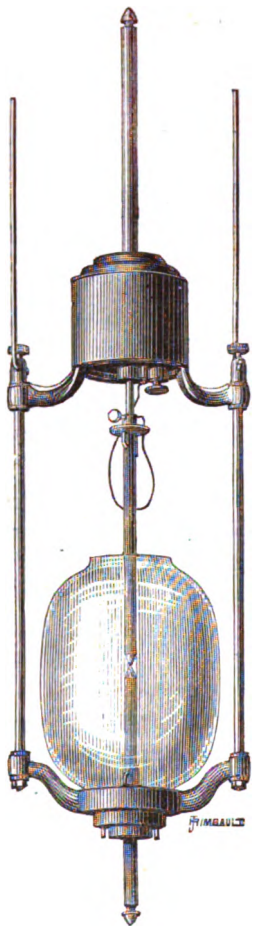


Fig. 5. — Ensemble de la lampe Weston.

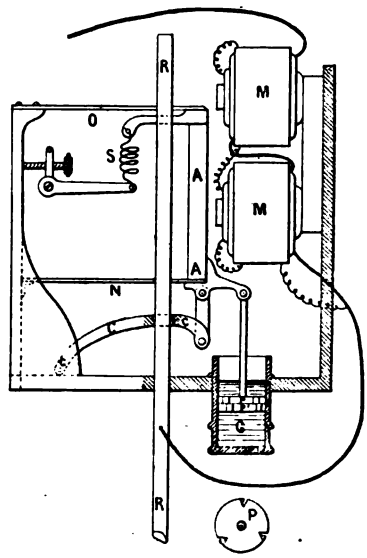


Fig. 6. — Diagramme du mécanisme de la lampe.

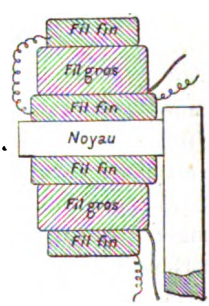


Fig. 7. — Enroulement des fils sur l'électro-aimant.

comme dans le système Brush. L'action de l'électro sur l'armature est réglée par un ressort S dont on a fait varier la tension à l'aide d'une vis qui réagit sur le levier d'attache L. Pour éviter tout mouvement brusque, l'extrémité inférieure de l'armature supporte un petit piston

Digitized by Google

P se mouvant dans un petit cylindre C rempli de glycérine. Ce piston P se compose de deux disques superposés portant chacun trois petites échancrures triangulaires sur leur circonférence. En faisant coïncider plus ou moins les échancrures, on laisse un passage plus ou moins grand à la glycérine pour aller au-dessus ou au-dessous du piston, on peut donc par ce moyen adoucir à volonté les mouvements et amortir plus ou moins les réglages trop brusques que produirait l'électro-aimant.

L'électro-aimant est formé de deux fils, l'un gros et court, l'autre fin et long, mais il y a en réalité trois bobines roulées sur chaque noyau, comme le représente la figure 7. Les deux bobines de fil fin appartiennent au même circuit et sont montées *en dérivation* sur les bornes de la lampe, le gros fil est placé dans le même circuit que l'arc et est par suite traversé par le courant total.

Les attaches des fils sont telles que le courant qui traverse le gros fil tende à produire dans l'électro-aimant une polarité contraire à celle qui serait produite par le fil fin.

Voici maintenant comment fonctionne l'appareil :

Au repos, les deux charbons se touchent et forment un court circuit par rapport au fil fin de l'électro-aimant. Au moment ou le courant passe, il magnétise fortement l'électro M, qui soulève l'armature A, le levier C, et enfin le porte-charbon R, et l'arc se forme. A mesure qu'il s'allonge, le courant passant dans la dérivation augmente, le magnétisme de M s'affaiblit, puisque le courant du fil fin agit en sens inverse, l'armature prend donc une position d'équilibre telle que l'attraction de M sur A contre-balance l'action du ressort antagoniste S réglé à l'avance. A mesure que l'arc s'allonge, par suite de l'usure des charbons, l'armature A descend un peu et laisse enfin glisser un peu le porte-charbon R qui rapproche les charbons, raccourcit l'arc et rétablit l'équilibre. Si le rapprochement a été trop grand, il se produit un nouvel écart. En pratique cependant, ces oscillations ne se produisent pas, et le porte-charbon glisse insensiblement pour maintenir la longueur de l'arc constante. Ce mécanisme d'une assez grande simplicité donne à l'arc une très grande fixité, ce dont pourront se convaincre bientôt les visiteurs de l'Exposition internationale d'électricité.

La machine qui y sera installée doit alimenter dix foyers sur un même circuit. Une seconde machine, de même dimension, n'alimentera que quatre foyers, mais plus puissants, et mettra en évidence l'élasticité des appareils de M. Weston.

Digitized by Google

LES UNITÉS D'INTENSITÉ

Il résulte des expériences de M. Mascart, publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 9 juillet 1881, qu'un courant de 96 webers dépose par seconde un équivalent d'un corps exprimé en milligrammes.

En rapportant ces chiffres au poids de cuivre déposé par heure on trouve que :

Un courant dont l'intensité est de 1 weber dépose 1gr, 19 de cuivre par heure. Le weber pris comme unité d'intensité est celui de l'Association Britannique, c'est-à-dire égal à $\frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$.

En Allemagne on se sert d'une unité pratique qu'on désigne sous le nom de $\frac{\text{Daniell}}{\text{U.S}}$.

C'est l'intensité d'un courant qui traverse un fil dont la résistance est de 1 unité Siemens avec une différence de potentiel aux extrémités égale à 1 Daniell.

Un tel courant dépose par heure, 1gr 38 de cuivre (chiffre donné par la maison Siemens et Halske). Si l'on fait le rapport de ces deux unités, en se basant sur les dépôts de cuivre, on trouve que :

$$\frac{\text{Daniell}}{\text{U.S.}} = 1{,}16 \cdot \frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$$

Dans l'équation ci-dessus, il est facile de tirer la valeur de l'unité de force électro-motrice adoptée par MM. Siemens et Halske, et de l'exprimer en volts. On sait que :

$$\text{U.S.} = 0{,}9036 \text{ ohm.}$$

En remplaçant l'unité Siemens par sa valeur et en effectuant les calculs, on trouve finalement :

$$1 \text{ Daniell} = 1{,}106 \text{ volt.}$$

M. Latimer Clark donne pour la valeur du Daniell.

$$1 \text{ Daniell} = 1{,}079 \text{ volt.}$$

$$\text{Différence} = 0{,}027 \text{ ou environ 3 pour 100.}$$

Sans chercher l'exactitude de la cinquième décimale, il serait cependant à désirer que les unités adoptées par les auteurs concordent au moins à *un centième* près.

Il faudra pour cela que le congrès établisse exactement la composition d'un étalon de force électro-motrice et publie aussi la composition des éléments Daniell qui donnent 1,079 volt entre les mains de M. Latimer Clark, 1,106 volt entre celles de MM. Siemens et Halske.

Digitized by Google

LANCE ÉLECTRIQUE D'ALLUMAGE

M. le colonel Sébert a présenté à la dernière séance de la Société d'encouragement une lance électrique d'allumage de M. Gaiffe destinée aux grands magasins du Louvre. Un sinistre récent a montré les dangers qui résultent de l'emploi des allumoirs à alcool : aussi n'est-il pas nécessaire d'insister sur l'importance qu'il y avait, pour les industriels possédant de grandes agglomérations de substances inflammables, de substituer, aux lances à alcool ordinaires, un appareil présentant toute la sécurité désirable et une égale commodité.

Le problème posé par les magasins du Louvre était celui-ci : construire une lance électrique d'un poids égal ou inférieur à celui de la lance à alcool, actionnée par une pile portative, peu embarrassante, qui ne gênât pas les mouvements des pompiers chargés du service, assez constante pour permettre d'allumer tous les jours quelques becs le matin et 150 becs au moins le soir, en quelques minutes, d'un entretien peu coûteux et d'un poids total ne dépassant pas 3 kilogrammes.

Il a été résolu de la manière suivante : M. Gaiffe a formé sa pile de deux des petits couples en flacons carrés de 6 centimètres de côté, qu'il construit pour les usages médicaux et les sonneries électriques. Ces couples sont composés d'un vase poreux en charbon contenant du peroxyde de manganèse et d'un crayon de zinc. Le vase poreux en charbon est formé par un simple bouchon permettant de remplacer, sans rien démonter, la charge de peroxyde de manganèse lorsqu'elle est épuisée. Ces couples sont enfermés dans une giberne de cuir supportée par un baudrier et maintenue en place par une légère ceinture. La giberne porte sur le côté deux serre-fils en communication avec les deux pôles de la pile.

La lance est formée d'un bâton armé à son extrémité de deux pièces de laiton servant de support à une spirale de ce platine très fin que M. Gaiffe tréfile pour la fabrication des amorces électriques des mines, torpilles, etc. Des fils de cuivre, portant des pièces de laiton, descendent, dans des rainures, le long du bâton et se terminent par des conducteurs souples destinés à relier la lance à la pile. Deux boutons conjoncteurs, indépendants l'un de l'autre, placés l'un à la base et l'autre à mi-hauteur du bâton, permettent de fermer le circuit au moment voulu et d'agir sur des becs placés à des hauteurs différentes.

La manœuvre de l'appareil est très simple : le pompier de service tient la lance de la main gauche et une clef de la main droite; il

Digitized by Google

ouvre le robinet à l'aide de la clef, appuie, avec un des doigts de la main qui porte la lance, sur un des conjoncteurs, et fait passer la spirale de platine, portée à la température rouge par le courant électrique, au-dessus du verre ou du globe du bec, dans le courant de gaz qui s'enflamme immédiatement,

Cet appareil, en service d'essai depuis six semaines environ dans les magasins du Louvre, a rempli toutes les conditions requises; il vient d'être adopté définitivement par le conseil d'administration.

Un allumoir électrique analogue pourrait aussi être construit très économiquement avec une seule pile secondaire dont le poids ne dépasserait pas 500 grammes tout en permettant plus d'un millier d'allumages sans être déchargée. Dans des locaux où la force motrice est déjà installée, il suffirait d'une machine électrique minuscule pour charger une fois par semaine les éléments secondaires suffisants pour le service d'allumage de la semaine. Avec des éléments un peu plus gros, pesant par exemple deux kilogrammes, et renfermés dans des vases en ébonite, il serait possible d'avoir, conjointement avec les lances d'allumage, des petites veilleuses mobiles ne présentant aucun danger d'incendie, qui fourniraient de 30 à 60 minutes d'un éclairage très-suffisant avec une fine spirale de platine ou un mince filament de charbon enfermé dans un globe de verre hermétiquement scellé.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 juillet 1881.

La séance à peine ouverte a été levée en signe du deuil causé par la mort de M. Henri Sainte-Claire Deville. M. le président a retracé en quelques paroles émues les principaux faits scientifiques de la carrière du défunt, et fait apprécier l'importance de la perte que l'Académie venait d'éprouver.

Séance du 11 *juillet* 1881.

Sur la mesure absolue des courants par l'électrolyse.
Note de M. Mascart.

« Après avoir introduit dans la science un système de mesures absolues pour l'évaluation des grandeurs électriques, Weber a déter-

Digitized by Google

miné l'équivalent électrochimique de l'eau, c'est-à-dire le poids d'eau décomposée en une seconde par un courant dont l'intensité électromagnétique est égale à l'unité. En prenant comme unités le millimètre et la masse du milligramme, il a trouvé ainsi 0^{mgr}, 009376.

« Cette expérience a été répétée par divers physiciens, entre autres par MM. Joule, Bunsen, Casselman, Cazin et Kohlraush; mais les résultats obtenus présentent des discordances qui dépassent 1 pour 100 de part et d'autre du nombre de Weber, et il peut rester quelques doutes sur la valeur exacte que l'on doit adopter aujourd'hui. J'ai été amené à reprendre cette détermination importante au point de vue des mesures absolues, et j'ai pris plusieurs dispositions nouvelles pour éliminer le plus possible les causes d'erreur qu'elle comporte.

« L'expérience comprend deux parties distinctes: la mesure chimique et la mesure électrique du courant. Pour la première, j'ai cherché d'abord dans quelles conditions il convenait de se placer pour obtenir exactement le poids de l'eau décomposée par électrolyse. Après avoir essayé différentes méthodes sur lesquelles il serait trop long d'insister, je crois que la plus précise consiste à placer dans le vide un voltamètre dont le liquide est rendu conducteur par l'acide phosphorique, avec des électrodes formées de fils fins en platine; on récolte les gaz par une pompe à mercure et on en mesure le volume à l'état sec. Dans ces conditions, il ne se forme pas de traces sensibles d'ozone, comme l'a reconnu M. Berthelot, et il n'y a aucune perte de gaz, soit par condensation sur les électrodes, soit par dissolution et diffusion dans le liquide; les nombres ainsi obtenus sont parfaitement d'accord avec ceux que donnent les pesées directes de métaux.

« Toutefois, il est plus commode d'avoir recours à des pesées: le dépôt de cuivre dans une dissolution de sulfate de cuivre et celui de l'argent dans l'azotate d'argent donnent des résultats très exacts. L'argent est préférable, parce que, si l'expérience est bien conduite, avec des courants relativement faibles, on peut déterminer aussi la perte de poids de l'électrode soluble, et les deux nombres sont égaux à $\frac{1}{1000}$ près, ce qui fournit un contrôle très précieux.

« Dans les expériences antérieures, la mesure électrique du courant a été faite le plus souvent au moyen d'une boussole des tant gentes, ou au moins par des méthodes qui exigeaient la connaissance de la composante horizontale de la force magnétique terrestre. L'intervention du magnétisme est ici un intermédiaire qui complique inutilement les expériences.

« J'ai employé une sorte d'électrodynamomètre qui comprend

Digitized by Google

deux larges bobines plates disposées horizontalement et une longue bobine cylindrique suspendue à un plateau de balance. La base inférieure de la bobine mobile se tient dans le plan de symétrie des deux premières, où l'action réciproque passe par une valeur maximum, ce qui donne une grande stabilité à l'équilibre. L'entrée et la sortie du courant, pour la bobine mobile, avaient lieu par des fils fins de platine contournés en hélice qui ne nuisaient pas à la sensibilité de la balance. Le fil des bobines est formé de cuivre très pur, les montures sont en bois et en carton.

« Comme le courant éprouve une variation continue, qui était d'environ $\frac{1}{400}$ par minute, on notait les époques successives auxquelles l'équilibre avait lieu pour des charges variant de 10^{mgr}, et il était facile d'en déduire la valeur moyenne par une courbe graphique. Enfin, on déterminait l'équilibre de la balance sans courant, avant le début, au milieu et à la fin de chaque expérience, afin d'éliminer l'effet très faible dû à l'échauffement des bobines.

« Le poids d'argent a varié de 700 à 900^{mgr} dans des expériences qui duraient de vingt-cinq à quarante-cinq minutes, et l'action sur la balance était comprise entre 1500 et 4000^{mgr}. Cette action P est proportionnelle au carré du poids p d'argent déposé par unité de temps. J'ai trouvé, par exemple, pour le rapport $\frac{\sqrt{P}}{p}$, avec de l'argent très pur que je dois à l'obligeance de M. Debray, les nombres suivants :

	132,90
	132,82
	132,79
	132,80
	132,94
Moyenne.	132,85

« Si l'on suppose les spires des bobines plates de même rayon et dans le même plan, la section du cylindre mobile très petite et sa longueur très grande, l'intensité du courant s'exprime simplement en fonction des longueurs des fils, des nombres de tours, de la longueur du cylindre et de l'action exercée sur la balance. Le calcul est un peu long quand on veut tenir compte de la section du paquet de fils dans les bobines plates, du rayon de la bobine cylindrique et de l'action exercée sur la face supérieure, mais il ne présente pas de difficultés. La correction qu'il fallait apporter à l'évaluation approchée dans mon appareil n'atteint pas $\frac{1}{100}$, ce qui permet de faire le calcul très exactement par les premiers termes des développements en

Digitized by Google

série. Avec le nombre 107,93, donné par M. Stas pour l'équivalent de l'argent et en adoptant les unités de Weber, j'ai trouvé que l'équivalent électrochimique de l'eau a pour valeur $0^{mgr},009373$. Ce résultat me paraît exact à moins de $\frac{1}{1000}$, et l'on voit qu'il est presque identique celui que Weber a donné pour la première fois.

« Si l'on adopte, au contraire, les unités pratiques de l'Association britannique, il en résulte qu'un courant dont l'intensité électromagnétique est représentée par 1 weber décompose en une seconde un poids d'eau égal à $0^{mgr},09373$ ou, plus généralement, une fraction égale à 0,010415 de l'équivalent d'un corps exprimé en milligrammes. L'intensité du courant capable de produire en une seconde l'électrolyse de 1 éq. d'un corps exprimé en milligrammes serait donc égale à $96^{w},01$ ou sensiblement 96 webers. »

M. *Roig y Torres* adresse une réclamation de priorité relative au projet d'éclairage électrique communiqué à l'Académie par M. Tabourin dans la séance du 20 juin 1881.

Si l'on veut bien se reporter au Compte rendu de la séance du 20 juin publié dans l'*Électricien* du 15 juillet, page 343, on verra que le projet de M. Tabourin est d'un fantaisisme achevé, et l'on peut se demander comment le savant rédacteur de la *Cronica cientifica*, de Barcelone, M. Roig y Torres, a pu avoir un instant l'idée de revendiquer la priorité d'une invention aussi peu.... *pratique* que celle de M. Tabourin.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 juillet 1881.

M. *E. Mercadier* présente un appareil chronographique enregistreur à distance variable de M. *Albert Duboscq* que nous décrirons prochainement.

M. *E. Hospitalier* présente deux appareils automatiques pour le chargement des piles secondaires. Le premier est un *conjoncteur et disjoncteur automatique*, auquel il a été conduit par les considérations suivantes :

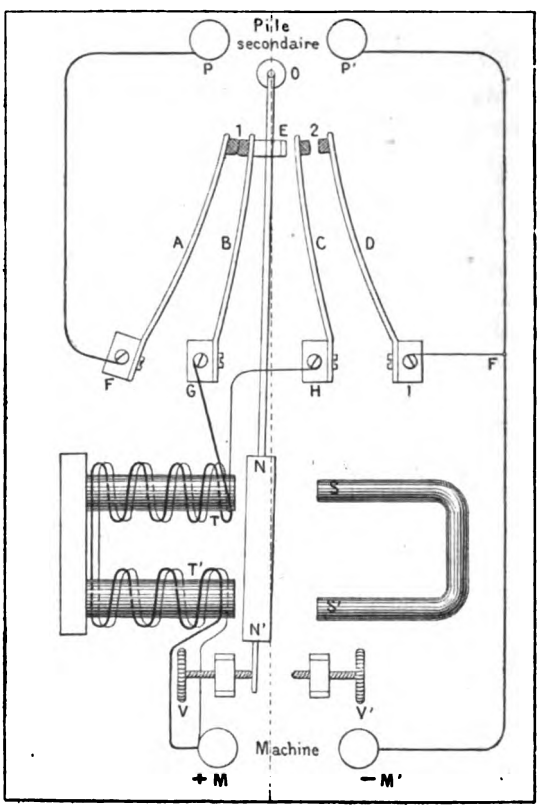
Lorsqu'on charge une pile secondaire avec une machine magnéto-électrique, si, pour une cause quelconque, la machine s'arrête ou ralentit son allure au-dessous d'une certaine vitesse, la force électromotrice de la source devient inférieure à celle du courant de la pile en charge, et la pile se décharge alors dans la machine pour aider à

Digitized by Google

son mouvement, dépensant ainsi en pure perte ce qu'elle avait emmagasiné précédemment.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Hospitalier a imaginé un appareil automatique qui a pour effet de mettre la pile secondaire en *circuit ouvert* dès que la source électrique est insuffisante pour charger la batterie secondaire, et de la replacer dans le circuit de cette source dès que le courant est redevenu assez intense pour effectuer de nouveau le chargement de la pile.

L'appareil représenté dans le diagramme ci-dessous se compose d'un



électro-aimant T,T', sur lequel sont enroulés deux fils, l'un très gros et très court, ne faisant que quelques tours sur les bobines, le second très fin et très long, roulé par-dessus le gros fil. Une armature en fer doux N,N se meut devant l'électro-aimant en oscillant autour de son point de suspension O; sa course est limitée par les vis de réglage V,V', et un aimant permanent S,S', placé en regard de N,N', forme ressort

Digitized by Google

antagoniste en agissant sur l'armature, avec cette différence essentielle que l'effet maximum se produit au moment où le mouvement de l'armature commence, ce qui produit chaque fois un déplacement décidé de l'armature, sans mouvement de trembleur. La machine est reliée aux bornes M,M′, la pile secondaire aux bornes P,P′ et les fils aboutissent à quatre ressorts A, B, C, D, formant deux contacts électriques en 1 et en 2, comme nous allons le voir à l'instant. Le diagramme montre la liaison des fils de l'électro-aimant avec les lames et les bornes. Voici maintenant comment fonctionne l'appareil.

Supposons d'abord que le courant soit assez puissant pour charger la pile secondaire : dans ce cas, l'armature NN′ est dans la position représentée par le diagramme. Le courant venant de la source électrique en M traverse le gros fil, passe par G,B, le contact 1 (établi par la pièce isolante E fixée sur la tige O,N), le levier A, le fil F,P, la pile secondaire placée en P,P′, et revient à la machine par P′M′.

Le contact 2 étant rompu, le fil fin de l'électro-aimant n'est traversé par aucun courant.

Supposons que la force électro-motrice de la source diminue graduellement : à un moment donné, il y aura équilibre entre la force électro-motrice de la source et celle de la pile. A ce moment, l'électro-aimant T,T′ lâchera son armature, le gros fil n'étant plus traversé par aucun courant; l'armature sollicitée par la pesanteur et la force attractive de l'aimant S,S′ viendra se placer dans une position symétrique, par rapport à la verticale, du côté de S,S′, et sera maintenue en place par l'aimant permanent S,S′. Mais pendant ce mouvement, le contact 1 se sera rompu, la pile secondaire se trouvera en circuit ouvert; le contact 2 se sera établi en même temps, et la source électrique enverra alors son courant *dans le fil fin* de l'électro-aimant. Si l'appareil est bien réglé, au moment même où la source aura une puissance suffisante pour charger la pile, l'armature sera attirée par T,T′, et en vertu de son inertie viendra, une fois lancée, jusqu'à sa position initiale où elle sera maintenue par le courant de charge jusqu'à un nouvel affaiblissement, et ainsi de suite.

En intercalant l'appareil de M. Hospitalier entre une source électrique et une pile secondaire, on est donc assuré de ne jamais décharger cette dernière si la source vient à faiblir. Le gros fil a pour but de ne pas intercaler de résistance inutile dans le circuit au moment de la charge, et le fil fin, qui sert au *réamorçage* de l'appareil, a pour effet de mettre la source en long circuit, pour ne pas dépenser une trop grande somme de travail mécanique pendant qu'elle ne produit pas de travail utile.

Il est facile d'adjoindre au système une sonnerie qui fonctionne

Digitized by Google

pendant tout e temps de la charge et reste muette tant que la pile est en circuit ouvert, ou inversement.

L'appareil peut être employé pour l'utilisation des forces naturelles et variables, vents, cours d'eau et marées, en actionnant une machine magnéto-électrique qui, lorsque la vitesse sera suffisante, pourra charger des piles secondaires. Il est applicable aussi pour charger les accumulateurs des freins électriques par la marche des véhicules même, sans machine auxiliaire; il suffit de modifier légèrement la forme de l'appareil et de le rendre insensible aux trépidations du train. Avec des machines dynamo-électriques, il faut naturellement employer une excitatrice séparée ou placer les inducteurs en dérivation.

M. Hospitalier présente ensuite un second appareil imaginé par M. le Dr *Paul Ranque* pour avertir automatiquement du moment où une pile est chargée à saturation et pour faire passer automatiquement le courant d'une pile saturée sur une seconde pile. Cet appareil très simple est fondé sur le dégagement de gaz qui accompagne le passage du courant lorsque la pile est chargée à saturation. Les gaz qui se dégagent de la pile hermétiquement fermée arrivent par un tube en caoutchouc dans un tube en V rempli de mercure jusqu'à une certaine hauteur. La pression des gaz provoque une dénivellation du mercure qui produit, tantôt un avertissement en fermant le circuit sur une sonnerie, tantôt un changement automatique en supprimant le contact électrique sur la première pile et en l'établissant sur la seconde.

Un second appareil imaginé par M. *Paul Ranque*, auquel il a donné le nom d'inverseur automatique, est fondé sur ce principe que deux émissions de courants successives peuvent produire deux effets alternativement différents. Cet inverseur a pour but de changer automatiquement le sens du courant envoyé sur une pile secondaire dès que les gaz commencent à se dégager, pour faciliter sa formation. On sait en effet, d'après les beaux travaux de M. Gaston Planté, qu'il faut changer souvent le sens du courant aux premiers moments de la formation pour obtenir un bon *tannage* électro-chimique. On obtient ainsi la formation rapide des éléments dans un minimum de temps et avec une dépense d'électricité aussi réduite que possible. MM. Hospitalier et Ranque estiment que ces appareils pourront rendre quelques services dans les applications industrielles des accumulateurs électriques en supprimant toute surveillance et en simplifiant les manipulations.

Le président, M. *Cornu*, annonce qu'à l'occasion de l'Exposition d'électricité et du Congrès international des électriciens, la Société de physique tiendra deux séances supplémentaires dont la date n'est pas encore fixée et pour lesquelles les membres seront convoqués par lettre.

Digitized by Google

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BRUXELLES

—

APPAREIL ENREGISTREUR DES SIGNAUX DU GALVANOMÈTRE A MIROIR

Dans une note présentée récemment à l'Académie royale des sciences de Bruxelles, M. *Paul Samuel*, élève de l'École du génie civil de Gand, décrit en ces termes un appareil de son invention pour enregistrer les signaux du galvanomètre à miroir employé jusqu'ici, la plupart du temps, pour les transmissions télégraphiques sous-marines :

« Il suffit de disposer sur l'écran où la lumière se réfléchit, deux éléments au *sélénium*, l'un à droite, l'autre à gauche. Chaque fois que l'un d'eux vient à être éclairé, sa conductibilité augmentant, il pourra agir comme relais sur un électro-aimant, destiné à marquer sur une bande de papier un signe représentant soit le point, soit le trait de l'alphabet Morse.

« D'une pile locale partent deux circuits constitués chacun par un des éléments au sélénium et par le fil d'un des électro-aimants. Les armatures de ces électro-aimants sont équilibrées au moyen d'un ressort à boudin réglé de telle sorte qu'elles ne soient attirées que lorsque les éléments au sélénium sont éclairés.

« Les attractions n'étant que de courte durée, il n'y aurait guère moyen d'employer des molettes imprimantes comme dans les télégraphes Morse modernes. J'adopte donc le système d'écriture électro-chimique, bien qu'il nécessite l'emploi d'une nouvelle pile locale.

« A cet effet une bande de papier imbibé d'iodure de potassium, mise en mouvement par un mécanisme d'horlogerie, passe sur un petit cylindre en cuivre, lequel est relié à l'un des pôles de cette seconde pile locale. Au-dessus du papier, et par suite au-dessus du petit cylindre, se trouvent les extrémités des armatures des deux électro-aimants. A l'extrémité d'une de ces armatures est soudée une petite tige verticale, en platine; à l'extrémité de l'autre, un petit triangle, également vertical, dont la base est en platine, est fixé par le sommet opposé. La petite tige et le petit triangle sont reliés, par l'intermédiaire des armatures, à l'autre pôle de la seconde pile locale, et viennent presser la bande sur le cylindre, chaque fois que l'une ou l'autre des armatures est attirée. De sorte que, selon que l'un ou l'autre des deux éléments au sélénium est influencé, le papier est décomposé

Digitized by Google

suivant un point ou un trait, — le point produit par la petite tige, le trait par la base du petit triangle. — On a ainsi la reproduction de l'écriture Morse, avec cette seule différence que les traits, au lieu d'être longitudinaux, sont perpendiculaires à la longueur de la bande.

« Afin de régulariser l'écriture, il faut disposer la petite tige et le petit triangle de manière qu'ils viennent toucher le papier, le plus possible à la même place.

« Les éléments au sélénium construits par Bell n'ont, en moyenne, qu'une résistance de 150 *ohms* au soleil, et de 300 *ohms* dans les ténèbres; en remplaçant la lampe ordinaire du galvanomètre à miroir par la lumière solaire, ou mieux encore par la lumière électrique ou par la lumière Drumond, on pourra donc actionner directement les électro-aimants sans se servir d'un galvanomètre relais : il suffira d'équilibrer les armatures avec soin. »

BIBLIOGRAPHIE

DES GRANDEURS ÉLECTRIQUES ET DE LEUR MESURE EN UNITÉS ABSOLUES[1]

PAR M. E. E. BLAVIER
Directeur-ingénieur des télégraphes
Directeur de l'École supérieure de télégraphie.

—

TRAITÉ EXPÉRIMENTAL D'ÉLECTRICITÉ ET DE MAGNÉTISME[2]

PAR J. E. H. GORDON
Secrétaire adjoint de « The British Association »

Traduit de l'anglais et annoté
PAR M. J. RAYNAUD
Docteur ès-sciences, professeur à l'École supérieure de télégraphie

Avec le concours de M. SELIGMANN-LUI
Ingénieur des télégraphes.

—

Le premier de ces deux ouvrages est formé par la réunion d'une longue série d'articles publiés par l'auteur dans les *Annales télégraphiques* depuis le mois de juillet 1874 jusqu'à la fin de 1880. Il comprend treize chapitres et une note sur la théorie mathématique des phénomènes électrostatiques. Mais malgré la forme sous laquelle il a

[1] Un vol. in-8. — Dunod, éditeur, Paris.
[2] Deux vol. in-8. — J.-B. Baillière et fils, Paris.

Digitized by Google

été successivement publié, il suffit seulement de le parcourir pour s'apercevoir qu'il est le développement d'un plan logique et très naturel d'ailleurs.

L'auteur, dont la double compétence théorique et technique est bien connue en France et à l'étranger, s'est proposé de réunir dans un travail d'ensemble et de présenter aux lecteurs français sous une forme rigoureuse, mais facilement abordable néanmoins, un tableau complet des diverses grandeurs électriques et magnétiques, de leurs relations mutuelles et des méthodes qui servent à les mesurer.

Les éléments de ce travail existaient disséminés un peu partout, et principalement dans les ouvrages anglais. Les rassembler, les coordonner, les relier entre eux, en rappelant simplement ou en complétant, suivant les cas, les notions sur l'électricité et le magnétisme contenus dans les traités ordinaires de physique, n'était pas une tâche facile. Il y avait là un double écueil à éviter : d'une part allonger l'ouvrage de façon à en faire un véritable traité d'électricité et de magnétisme, ce que l'auteur ne se proposait nullement; d'autre part composer une sorte de manuel, d'aide-mémoire fort aride, utile seulement à un petit nombre de techniciens.

M. Blavier s'est heureusement tiré de cette difficulté. Son ouvrage n'est ni trop long pour la quantité considérable de matières qu'il renferme, ni trop court pour rebuter par une concision exagérée les personnes actuellement fort nombreuses en France, auxquelles les connaissances résumées dans ce traité sont indispensables ou simplement utiles ; on en peut juger par une analyse succincte des matières, qui peuvent être divisées en six parties principales.

La première, après une introduction destinée à définir les unités mécaniques absolues de temps, de longueur, de masse, de vitesse, de force, d'énergie, comprend l'étude des phénomènes et des unités électrostatiques de quantité, de potentiel, de capacité. Elle comprend une théorie élémentaire du potentiel et de la condensation, l'indication des méthodes pour mesurer les grandeurs électrostatiques, la description des principaux électromètres et condensateurs et des applications numériques relatives au potentiel des piles et des machines électriques et à l'énergie des conducteurs électrisés.

Une seconde division peut comprendre l'étude des phénomènes produits par les courants renfermant principalement la mesure en unités électrostatiques de l'intensité et de la résistance, les courants thermo-électriques, les phénomènes électro-chimiques, le rapport entre les unités électrostatiques et électro-chimiques.

Les phénomènes et unités électrodynamiques forment une troisième division.

Digitized by Google

Une quatrième comprend les phénomènes et unités magnétiques.

Dans la cinquième sont renfermés l'électromagnétisme et l'induction. On y trouve principalement la mesure électromagnétique de l'intensité des courants en unités absolues à l'aide des boussoles, des galvanomètres, des électrodynamomètres; les unités électromagnétiques de force électromotrice et de résistance; l'application des lois de l'induction à la détermination de l'unité absolue de résistance, etc.

Enfin on peut considérer comme une sixième et dernière partie l'ensemble des trois derniers chapitres, renfermant la comparaison des unités électrostatiques et électromagnétiques, les unités de l'Association britannique et les méthodes pratiques de mesure des grandeurs électriques précédemment définies et étudiées, et enfin la description détaillée de l'appareil employé à King's College par la commission de l'Association britannique pour effectuer la détermination de l'unité absolue de résistance.

Un résumé succinct et très clair de la théorie mathématique des phénomènes électrostatiques termine l'ouvrage.

On le voit, on a là un traité qui répond entièrement à son titre. Nous pouvons ajouter qu'il est complet, au courant de toutes les dernières recherches relatives aux sujets qu'il renferme, qu'il est d'une lecture facile, et qu'il possède enfin les deux qualités que nous apprécions avant toutes en France dans les ouvrages didactiques : l'ordre et la clarté.

Avec toute la bonne volonté du monde il n'est pas possible d'en dire autant du livre de M. Gordon. Ce n'est véritablement pas un *traité* d'Électricité et de Magnétisme, comme l'est par exemple celui de De La Rive ou l'excellent petit traité de M. F. Jenkins.

En effet, si nous faisons abstraction pour le moment des additions et annotations des traducteurs dont le texte est équivalent à un tiers environ de l'ouvrage entier, nous nous trouvons en présence du livre anglais proprement dit, et nous pouvons, il nous semble, lui adresser les critiques suivantes :

En premier lieu il n'y a véritablement pas de plan : il suffit de parcourir, même rapidement, l'ouvrage pour voir qu'il est en réalité formé d'une série de chapitres juxtaposés, dont la plupart pourraient être sans inconvénient détachés de tout le reste, car ils ne renferment que des extraits de mémoires et quelquefois des mémoires entiers tirés de divers recueils scientifiques.

En second lieu l'ouvrage ne renferme à peu près aucune démonstration; les lois, les faits sont *cités* simplement la plupart du temps: il est extraélémentaire et fort difficile à lire en même temps; ici (comme dans le magnétisme) on indique des expériences pour les

Digitized by Google

écoliers, ou bien on conseille de vérifier avec un dessin à l'échelle la propriété la plus élémentaire des triangles semblables; là on traite d'électrooptique et de lumière polarisée sans en donner une notion suffisante.

Troisièmement, les diverses parties de l'ouvrage manquent essentiellement de proportion. Il y a des chapitres de 50 pages à côté d'un autre qui n'en a que 2 comme le vingt-huitième. Le magnétisme terrestre occupe 65 pages quand tout le reste du magnétisme n'en comprend que 27. La quatrième partie relative à l'électro-optique et qui a une importance capitale contient environ 100 pages; la description détaillée et minutieuse des apparences des décharges électriques dans les gaz raréfiés, y compris les expériences de M. Crookes, en contient 120. Sur 214 pages renfermant l'électrostatique entière, il y en a juste la moitié consacrées uniquement à la mesure des capacités inductives. D'autre part, dans les descriptions tout a une valeur à peu près égale; toutes les vis et toutes les bornes y figurent; sur 30 pages consacrées à l'action des courants sur les aimants et aux galvanomètres, il y en a 10 employées à décrire des commutateurs.

Enfin, pour en finir avec les critiques, il est impossible de ne pas signaler quelques oublis et quelques erreurs d'appréciation de la valeur de certains travaux tout à fait surprenants dans un traité d'Électricité et de Magnétisme comprenant environ un millier de pages (propres à l'auteur anglais).

Ainsi, en électrostatique, les grands travaux de Coulomb sont réduits à 2 pages. Dans les 115 pages sur les capacités inductives il n'est pas question de Gaugain. Toutes les formes d'électromètres, même les détestables, sont décrites, et il y manque celui de M. Lippmann qui repose pourtant sur un principe nouveau. Dans le chapitre XXXIII uniquement consacré à *la bobine d'induction*, ni Masson, ni Poggendorff, ni Foucault, ni Fizeau, ni même Rhumkorff ne sont mentionnés! Dans le magnétisme on ne trouve rien sur les lois des actions magnétiques, rien sur la distribution, rien sur les moments, rien sur les travaux de MM. Wiedemann, Jamin, Gaugain, Bouty, etc. Tout ce qui est relatif aux électro-aimants proprement dits est contenu dans une page; on ne mentionne nullement les travaux de Lenz et Jacobi, de Müller, de Weber, de Dub, de Nicklès, de MM. Du Moncel, Despretz, etc. Enfin, dans ce long ouvrage, la part de Volta se réduit à une page à propos de l'électricité de contact, celle d'Ampère à une ligne (tome I, p. 581) avec l'énoncé de la loi élémentaire d'action de deux courants. Quant à Pouillet, quant à Arago, quant à Œrstedt (le croirait-on?) leur nom n'est pas même écrit!

Heureusement, en traduisant l'ouvrage, M. Raynaud, aidé de

Digitized by Google

M. Seligmann, a réparé ces oublis et ces erreurs, et il a, par des annotations et des additions considérables, qui ont augmenté d'un tiers environ l'ouvrage primitif, remédié autant qu'on pouvait le faire, en conservant les divisions de l'auteur, aux défauts que nous venons de signaler.

Ainsi complété, l'ouvrage représente exactement l'état de la science électrique au moment où il a paru, et il ne renferme plus de lacunes sensibles. Dans ces conditions il se présente au lecteur d'une manière étrange à coup sûr, mais certainement originale. Imprimé avec un luxe peu ordinaire, devant lequel l'éditeur français n'a pas reculé, il est rempli de figures et de planches dont un grand nombre sont fort belles.

Les savants y trouveront d'ailleurs, et la plupart du temps décrites par les auteurs eux-mêmes, les expériences faites dans ces derniers temps sur les sujets suivants, avec des détails qu'on ne trouve dans aucun autre ouvrage : capacités inductives spécifiques, détermination des lignes et surfaces équipotentielles, décharges électriques dans les gaz raréfiés (expériences de MM. de la Rue, Müller, Spottiswode, Moulton et Crookes) comparaison des unités électrostatiques et électromagnétiques, relations entre l'électricité statique et la lumière polarisée (expériences du docteur Kerr). Cela suffit largement, avec les additions de M. Raynaud, pour rendre cet ouvrage très intéressant et fort instructif. E. M.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

FABRICATION ÉCONOMIQUE DE FILS ISOLÉS POUR BOBINES D'INDUCTION, TÉLÉPHONES, ÉLECTRO-AIMANTS, ETC.

Voici un procédé facile et économique pour recouvrir de matière isolante les fils de cuivre qui servent à la construction des appareils électriques en général, et qui a été communiqué à M. G. Tissandier par M. Georges Sire, entre les mains duquel il a donné de très bons résultats.

On commence par faire une dissolution de gutta-percha dans le sulfure de carbone. Pour cela, on coupe en copeaux minces de la gutta-percha du commerce, que l'on introduit dans un flacon renfermant du sulfure de carbone; ce flacon doit être bien fermé à l'aide d'un bouchon de liège. — La dissolution se fait aisément à la température ordinaire, en ayant soin d'agiter de temps à autre le flacon. —

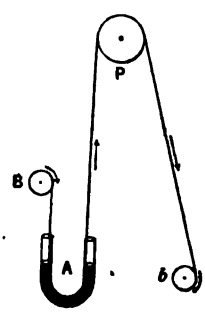
Digitized by Google

Lorsque la dissolution est complète, on laisse déposer les impuretés en maintenant le flacon au repos pendant plusieurs jours. Quand on juge que la dissolution est suffisamment claire, on la décante dans un autre flacon, que l'on tient toujours bien fermé, et à une température peu élevée.

En principe, la dissolution doit être d'autant plus concentrée qu'il s'agit de fils d'un plus fort diamètre. Si, dans une dissolution de cette nature, on fait passer un fil métallique, le sulfure de carbone en s'évaporant laisse à sa surface une couche de gutta-percha plus ou moins épaisse, parfaitement isolante, et d'autant plus adhérente que le fil est plus propre.

Pour faire passer le fil métallique d'une manière continue dans la dissolution de gutta-percha, voici la disposition la plus simple que j'ai employée, et qu'on peut réaliser à peu de frais.

La dissolution est versée dans un tube A, en forme d'U, maintenu bien fixe dans un support. La bobine de fil à recouvrir est disposée sur un axe horizontal, en B, à 3 décimètres au-dessus du tube en U ; c'est en se déroulant de cette bobine que le fil pénètre dans l'une des branches du tube, et sort par l'autre branche, en s'élevant *verticalement*, pour atteindre une poulie de bois P, de 20 centimètres de diamètre, installée à une hauteur de 4 à 5 mètres, au moins. Le fil descend de cette poulie pour venir s'enrouler sur la bobine qu'il s'agit de construire et établie en *b*. Pendant le trajet que suit le fil à partir du tube en U jusqu'à la bobine d'enroulement, soit une dizaine de mètres, en moyenne, le sulfure de carbone s'évapore complètement en laissant à la surface de ce fil une couche mince de gutta-percha, très adhérente, d'une grande souplesse et d'une isolation parfaite.



Autant que possible, on doit procéder en plein air, car, d'une part, l'évaporation du sulfure de carbone se fait plus rapidement, et, d'autre part, on évite les douleurs de tête que produit cette évaporation lorsqu'on opère dans un espace fermé et restreint.

En général, la hauteur de la poulie P doit augmenter avec le degré de concentration de la dissolution de gutta-percha. D'un autre côté, il est essentiel que la partie ascendante du fil soit bien verticale, afin que la couche de gutta-percha déposée soit uniforme, ce qui n'aurait pas lieu si ce fil avait une position oblique. De même, il est avantageux de faire appuyer le fil contre le verre dans la branche de sortie du tube en U, afin d'enlever tout excédent de dissolution. Enfin, il

Digitized by Google

est bon que les bobines B et *b* tournent sur leurs axes avec un frottement doux, de telle sorte que le mouvement du fil ne puisse avoir lieu qu'en exerçant une faible traction sur lui, lorsqu'on procède à son enroulement sur la bobine *b*. Lors de cet enroulement, je me suis bien trouvé de faire passer le fil entre les plis d'un morceau de flanelle légèrement imprégné d'huile d'olive, que l'on tient à la main tout en réglant la disposition des spires du fil sur la bobine.

Il est préférable de faire l'enroulement du fil ainsi isolé sur la bobine définitive, plutôt que sur une bobine d'attente; l'isolation est plus assurée.

En résumé, le procédé ci-dessus est éminemment avantageux pour l'isolation des fils très fins, qui sont aussi les plus chers. Il permet de déposer à la surface de ces fils une couche isolante des plus minces. De petites bobines d'induction construites à l'aide de ce procédé, offrent une force incroyable malgré leur petit volume. Il en est de même des bobines de téléphones. En effet, la substance isolante augmentant très peu le diamètre du fil, il est possible d'enrouler dans un espace donné un nombre de spires plus grand que celui qui résulterait de l'emploi d'un fil métallique de même diamètre, mais recouvert de soie.

FAITS DIVERS

—

Le *Boston Advertiser* nous donne le rapport du Président de la American Bell Telephone Company à la réunion annuelle des actionnaires.

Nous en extrayons les passages suivants :

« La Compagnie avait l'an passé 138 réseaux téléphoniques et 60 873 in-
« struments en fonction. Aujourd'hui elle a 408 réseaux travaillant ou sur le
« point d'être ouverts, avec 132 692 instruments. L'augmentation du nombre
« des instruments (71 819) en comprend 21 000 qui sont entre les mains des
« Gold et Stock Compagnie (Télégraphes des Bourses et Marchés).

« Il n'y a aux État-Unis que 9 villes de plus de 10 000 âmes et une seule
« de plus de 15 000 âmes, qui soient dépourvues de réseaux téléphoniques.

« La réunion des villes entre elles par des fils téléphoniques est poussée
« avec vigueur. Boston est maintenant reliée avec plusieurs villes parmi
« lesquelles : Providence (64 kilomètres de distance), Worcester (64 kilo-
« mètres), Springfield (128 kilomètres), Laurence (40 kilomètres) et Lowell
« (40 kilomètres). »

—

La lumière électrique a joué son rôle pendant la fête du 14 juillet. Sans compter les anciens systèmes et les éclairages de tous les jours, nous devons

Digitized by Google

signaler les lampes Million, qui ont été placées sur le boulevard des Italiens, suspendues au milieu de la chaussée, à une très grande hauteur, et le lustre de huit lumières établi par la Société de la *lampe-soleil* (système Clerc et Bureau) au carrefour formé par les rues Richelieu et Le Peletier et les boulevards Montmartre et des Italiens.

La caractéristique commune aux deux systèmes est de fonctionner par des courants alternatifs; l'aspect de la lumière est cependant bien différent. La lampe Million donne une lumière blanche, tandis que la *lampe-soleil* donne une lumière plus chaude, légèrement colorée en jaune. Ajoutons que le lustre des huit lampes soleil produisait un bruit que celui de la fête était impuissant à couvrir.

Les deux systèmes doivent d'ailleurs figurer à l'exposition d'électricité; nous aurons donc l'occasion de les juger et de les comparer mieux qu'on ne saurait le faire après un examen superficiel, un jour de réjouissance publique.

—

École municipale de physique et de chimie à Paris. — Dans sa séance du 20 octobre 1880, le Conseil municipal de Paris avait voté un crédit de 10 000 fr. pour la création d'une école municipale de physique et de chimie industrielles et demandé qu'une commission spéciale pour l'étude des questions relatives à cette création fût instituée.

Conformément à ce vœu et sur le rapport de M. Carriot, inspecteur d'Académie, directeur de l'enseignement primaire du département, M. le Préfet de la Seine vient de prendre un arrêté qui nomme comme membres de la commission chargée d'étudier le projet :

MM. Germer Baillière, Darlot, Marsoulan, Levrault, de Lanessan, membres du Conseil municipal; M. Carriot, directeur de l'enseignement primaire; MM. Würtz, Berthelot, membres de l'Institut; M. Lauth, administrateur de la manufacture de Sèvres; M. Gariel, ingénieur des ponts et chaussées; MM. Breguet, Lepautre, Poirrier et Barbouze.

—

Une association dont le siège est à Genève, et qui s'intitule *Fédération internationale pour l'observation du dimanche*, vient d'adresser à tous les exposants anglais et américains la plus singulière circulaire qu'on puisse imaginer.

Il ne s'agit de rien moins que de faire observer religieusement le repos dominical pendant les travaux d'installation et la durée de l'exposition internationale d'électricité. Nous espérons que la Fédération internationale en sera pour ses frais de circulaire, et que la proposition recevra l'accueil qu'elle mérite. Sans parler de la question religieuse, — dans un pays où la liberté de conscience est un principe absolu, — il serait vivement à regretter que, par un puritanisme exagéré, et tant soit peu ridicule, l'exposition soit privée chaque dimanche, — le seul jour où les travailleurs pourront venir la visiter, — d'une partie importante des attractions qu'elle présentera. Tous ceux qui ont passé un dimanche à Londres comprendront combien nous avons raison

Digitized by Google

de protester contre des tendances aussi en dehors des mœurs et du caractère français.

—

L'action chimique dans un champ magnétique. Le professeur Ira Remsen, de l'Université John Hopkins, a entrepris une série d'expériences fort curieuses, analysées par le *Scientific American*, relativement à l'influence d'un champ magnétique sur les réactions chimiques. La disposition qui donne les meilleurs résultats consiste à placer un plat peu profond en fer mince renfermant une solution de sulfate de cuivre entre les pôles d'un aimant.

Le système placé hors du champ magnétique déposerait une couche uniforme de cuivre sur le plat. Placé dans le champ d'un aimant dont la force portante est de 25 kilogrammes, le cuivre se dépose suivant une couche régulière sur toute l'étendue du plat, excepté suivant les lignes contenant les pôles.

Ces lignes étaient marquées comme des dépressions dans la couche. Lorsqu'au lieu d'un aimant permanent on faisait usage d'un électro-aimant, l'effet était encore plus marqué. Il n'y avait pas du tout de cuivre déposé suivant une ligne étroite marquant le contour des pôles. A l'intérieur de ce contour le dépôt était parfaitement uniforme. Au delà du contour, le dépôt affectait la forme de chaînes irrégulières placées à angle droit avec les lignes de force et coïncidant sensiblement avec les lignes marquant les surfaces équipotentielles. En augmentant la puissance de l'électro-aimant, le diamètre des cercles s'agrandissait jusqu'à atteindre dix centimètres.

La cause de ces phénomènes est encore inconnue, et les expériences de M. Ira Remsen ouvrent un champ de recherches à la fois nouveau et intéressant.

BOITE AUX LETTRES

—

M. *Arnoux* à Neuilly. Votre deuxième note nous est parvenue trop tard pour ce numéro.

M. *L. P.* à Paris. Vous trouverez dans ce numéro, à l'article sur la Balance électro-dynamique de M. H. Helmholtz, le moyen de répéter à de jeunes élèves toutes les expériences relatives à l'électromagnétisme et à l'électrodynamisme. Le clinquant se trouve partout dans le commerce.

M. *C. D.* à Péronne. Nous publierons une description des appareils électriques et magnétiques de M. Mascart dans notre revue de l'Exposition, en les comparant aux appareils employés par d'autres pays dans le même but.

Les directeurs :

N. DE KABATH — G. MASSON

Le gérant : G. MASSON

3982 — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

L'OUVERTURE

DE

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ

Malgré tous les efforts des exposants et du Commissariat général l'ouverture de l'exposition n'a pu être faite au jour indiqué et a dû être retardée jusqu'au 11 août. Il ne faut pas oublier que la fermeture du Salon n'a eu lieu que le 20 juin, et que les travaux n'ont pu commencer en réalité, d'une façon sérieuse, que le 1er juillet. Le 31 juillet, l'exposition était très avancée, eu égard au peu de temps dont on disposait, elle l'était insuffisamment pour l'ouverture qui a dû être retardée au dernier moment, lorsque notre dernier numéro était sous presse, ce qui nous a empêché d'insérer cette nouvelle à temps dans l'*Électricien*.

Pour montrer tout l'intérêt qu'il prenait à cette œuvre magnifique qui marquera sa place dans notre histoire scientifique, le président de la République, M. Grévy, a tenu à venir la visiter la veille de l'ouverture. Cette visite a eu lieu le 10 août, à onze heures du matin, au milieu d'une foule d'élite composée des notabilités politiques, scientifiques, industrielles et artistiques de la capitale.

On sait ce que sont ces visites officielles, une promenade rapide à travers les installations les plus avancées, quelques expériences préparées, etc. Tous les journaux politiques en ont parlé, et nous n'avons pas grand'chose à en dire ici. A midi, tout était terminé et les portes s'ouvraient au public muni, pour ce jour-là, d'invitations spéciales.

Le public payant est admis à partir du 11 août, de huit heures et demie du matin à six heures du soir. Les installations de l'éclairage n'étant pas encore complètement terminées, l'ouverture

Digitized by Google

de l'exposition le soir ne pourra pas avoir lieu avant quelques jours. Un avis ultérieur en fixera la date.

L'exposition, bien que très avancée, est encore loin d'être *complètement* terminée. Elle ne le sera en réalité que le 1er septembre.

Elle présente cependant dès aujourd'hui assez de choses intéressantes pour occuper les visiteurs studieux jusqu'à ce que tout soit fini.

Ils auront ainsi le plaisir de voir graduellement s'accroître le nombre et l'importance des appareils qu'ils étudient, au lieu de les avoir tous tout d'un coup sous les yeux.

Nous attendrons pour donner notre impression, que l'exposition, soit entièrement installée, mais on peut prévoir à l'avance le grand et légitime succès qui attend cette œuvre sans précédent dans l'histoire de la science, et nous nous efforcerons d'en donner une description exacte jusque dans ses détails en l'étudiant à tous les points de vue qui présentent quelque intérêt.

Nous publions aujourd'hui les plans complets du rez-de-chaussée et du premier étage, avec tous les renseignements utiles au visiteur qui désire connaître l'Exposition dans toutes ses parties.

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ

—

CHANCELLERIE DU CONGRÈS

MM. Arsonval (d').
Cabanellas.
Cantagrel *fils*.
Delahaye.
Gariel.
Géraldy.
Hospitalier.
Napoli.
Niaudet.
Pellat.
Sartiaux.
Tesserenc de Bort *fils*.

Digitized by Google

LES BAINS GALVANIQUES

Il y a tantôt un siècle et demi que l'on a commencé à se préoccuper des ressources que la médecine, ou mieux la thérapeutique, pourrait retirer de l'application de l'électricité ; c'est en 1744 que, pour la première fois, croyons nous, on a signalé une cure due à l'emploi de cet agent : Krazenstein (de Halle) eut la satisfaction d'avoir été le premier qui ait guéri par l'électricité une femme affectée d'une paralysie du petit doigt. Depuis cette époque, les observations se sont multipliées, et il ne sera pas sans intérêt, à ce que nous pensons, de retracer un jour l'historique sommaire sinon complet de cette question : nous nous proposons de le faire prochainement. Mais, dans ce long intervalle de temps, les progrès des applications médicales de l'électricité sont loin d'avoir suivi les progrès tant de la partie théorique que des applications industrielles et, pour la partie thérapeutique au moins, nous laissons à part l'utilisation chirurgicale des courants, on est loin d'être d'accord tant sur le mode d'application que sur les résultats obtenus.

On doit attribuer, sans aucun doute, croyons-nous, cet état d'anarchie de l'électricité médicale au défaut de connaissances précises des médecins : la plupart d'entre eux ignorent jusqu'aux éléments de cette partie de la science, et ce n'est pas sans étonnement qu'aux examens de doctorat, passés suivant l'ancien mode, on voit que des internes qui ont eu maintes fois l'occasion de voir appliquer ou même d'appliquer les courants continus, les courants d'induction, le galvanocautère, ignorent jusqu'aux principes généraux qui sont appliqués dans ces divers cas : il faut espérer, il est vrai, que les modifications apportées dans l'ordre des examens, l'obligation pour les étudiants en médecine de suivre des manipulations de physique, conduiront les élèves à acquérir les notions qui leur manquent.

Mais il y a d'autres causes, pensons-nous encore, à cette stagnation de l'électricité médicale : l'une des principales consiste dans le manque d'indications détaillées que fournissent les observations sur le mode d'application de l'électricité ; les méde-

Digitized by Google

cins font connaître les résultats obtenus, succès ou insuccès, et indiquent qu'ils ont appliqué l'électricité, mais bien souvent sans préciser sous quelle forme : on ne se sert plus guère, il est vrai, de l'électricité statique, mais a-t-on employé les courants continus, avec ou sans interruption, les courants induits alternatifs, les extra-courants? le plus souvent ces renseignements manquent. D'autre part, quelle a été la durée de l'application? S'il s'agit d'un courant continu, quel est le nombre d'éléments employés? Étaient-ils disposés en tension ou en quantité? Dans quel sens marchait le courant? Combien souvent manquent ces données indispensables! Faut-il attribuer ce fait fâcheux à ce que les praticiens ne se sont pas rendu compte de leur importance? ou qu'ils n'ont pas été en mesure d'établir la distinction de ces divers cas? Faut-il penser que d'autres causes interviennent et que ce silence est voulu? Nous ne pouvons ni ne voulons décider, mais nous considérons comme très regrettable ce défaut d'indications qui contraste avec les détails signalés alors qu'il s'agit de l'emploi d'un médicament quelconque.

Pour ces raisons, nous ne pourrons relater, même sommairement, toutes les applications de l'électricité à la médecine et nous n'insisterons que lorsque les données seront suffisantes pour que l'expérience puisse être répétée dans des conditions identiques de manière à ce que chacun puisse contrôler les faits signalés et que de la comparaison il soit possible de tirer des conclusions précises. Mais, par contre, nous croyons devoir insister lorsque ces conditions se trouveront remplies.

M. le docteur Constantin Paul a présenté au congrès tenu à Reims par l'Association française pour l'avancement des sciences un intéressant travail sur le traitement du tremblement par le *bain galvanique* : depuis cette époque, de nouveaux succès sont venus s'ajouter à ceux qui avaient été recueillis, et il semble qu'il y ait là une méthode importante sur laquelle il est utile d'appeler l'attention. M. le docteur C. Paul a d'ailleurs donné tous les détails du traitement, de manière à ce qu'il soit possible de le répéter identiquement dans les mêmes conditions, et les résultats obtenus nous semblent assez nets pour que nous nous y arrêtions quelque peu.

Dès les premières applications de l'électricité à la médecine,

Digitized by Google

on soumit les malades au *bain électrique* ; le sujet placé sur un tabouret isolant était mis en communication métallique avec le conducteur d'une machine électrique : « Alors la personne électrisée, dit l'abbé Bertholon, est plongée dans le fluide électrique, comme un poisson dans l'eau : elle est donc dans un bain électrique ou électrisée par bain. »

L'électrisation ainsi produite tend à diminuer et ne se maintient que si l'on continue à faire fonctionner la machine : « Cette dissipation continuelle du fluide électrique ne peut avoir lieu sans qu'il ne se forme un courant perpétuel de la machine aux corps ambiants propres à le recevoir, et ce courant ne peut exister sans produire des effets salutaires ». Le bain électrique pouvait être positif ou négatif suivant les conditions de l'expérience, comme il est aisé de le comprendre. Bien que ces bains électriques aient été étudiés par un certain nombre d'observateurs, on ne paraît nullement s'être mis d'accord sur les résultats produits : c'est ainsi que, sans vouloir insister autrement, certains auteurs pensaient que les bains électriques avaient des effets différents suivant qu'ils étaient positifs ou négatifs, tandis que d'autres, penchant pour l'idée que les effets dépendent seulement du mouvement de l'électricité, dans un sens ou dans l'autre, concluaient que les uns et les autres devaient produire le même effet.

Y a-t-il effectivement quelques résultats satisfaisants à attendre de l'emploi de ces bains électriques? C'est ce que nous ne pourrions dire, faute de renseignements précis. Mais si nous avons rappelé ces *bains électriques*, c'est pour montrer que les *bains galvaniques* du docteur Constantin Paul correspondent à un tout autre ordre d'idées ; il en rapporte la première idée à un constructeur nommé Potin et les a employés pour la première fois, il y a une dizaine d'années, dans le but d'agir par électrolyse sur les malades affectés de tremblement mercuriel : on avait espéré que, sous l'influence d'un courant, le mercure pourrait être éliminé de l'organisme. Mais M. le docteur C. Paul ne put jamais constater nettement la présence du mercure dans l'eau des bains, ce qui démontrait, à ce point de vue, l'inanité du remède ; mais il observa, d'autre part, une diminution dans le tremblement des malades en traitement et eut l'idée

Digitized by Google

que l'électricité, dans ces conditions, agit directement pour diminuer le tremblement même et appliqua ce procédé à des affections de ce genre présentant une autre origine : le résultat fut également satisfaisant.

Voyons maintenant en quoi consiste le bain galvanique. L'appareil est simple : il se compose d'une baignoire isolante, d'une bobine à interrupteur et d'un élément de pile.

La baignoire peut être en bois, ou simplement être émaillée à l'intérieur, ou même plus simplement encore être recouverte de plusieurs couches de peinture non métallique.

La bobine est une bobine à un seul fil : celle qui est indiquée par M. C. Paul comprend un fil de 3 millimètres de diamètre et de 60 mètres de long, faisant environ 300 tours, elle renferme au centre un faisceau de fils de fer doux et possède un interrupteur à une extrémité; entre le faisceau et la bobine se trouve un cylindre de laiton qui peut s'enfoncer plus ou moins : il sert à régler l'intensité du courant obtenu. Peut-être y aurait-il intérêt à changer quelques-unes des dimensions que nous venons de donner, car nous ne pensons pas que l'appareil ait été construit spécialement pour servir au bain galvanique ; mais à cet égard aucune indication précise n'a été obtenue jusqu'à présent. La bobine est actionnée par un élément de Bunsen, et d'autre part les extrémités du fil sont en communication avec des plaques de charbon conducteur que l'on place dans l'eau du bain.

Lorsque la bobine fonctionne, l'interrupteur oscillant sous l'action des aimantations successives du fer doux, il se produit dans le fil des extra-courants, l'un, l'extra-courant de fermeture, inverse ; l'autre direct, l'extra-courant de rupture : ce dernier seul passe dans le circuit et traverse le liquide du bain.

Le bruit produit par l'interrupteur indique suffisamment que la bobine fonctionne; pour s'assurer si l'extra-courant traverse l'eau, il suffit d'y plonger les mains : si l'appareil est bien disposé, on reçoit des secousses caractéristiques. Les deux plaques de charbon sont placées aux deux extrémités de la baignoire de telle sorte que la résistance est assez grande. Si on place les mains au milieu de la baignoire, les secousses sont assez faibles; si, au contraire, on les rapproche des plaques de charbon, on s'aper-

Digitized by Google

çoit par l'augmentation des effets que l'intensité du courant croît.

Quand le malade doit prendre un bain, on verse dans la baignoire, comme d'ordinaire, 200 litres d'eau à 35 degrés. La baignoire peut être garnie d'une toile, dite fond de bain. Le malade étant entré dans l'eau, on met la pile en action, en fermant le circuit de telle sorte que le pôle positif est du côté des pieds du malade, le courant traversant le corps des pieds à la partie moyenne du dos, plus ou moins haut suivant le point où l'on a fixé la plaque de charbon de ce côté.

En somme, le malade placé dans le bain galvanique est traversé constamment par des courants interrompus de direction ascendante : le bain peut être supporté pendant une demi-heure, ou même pendant une heure.

Le malade, couché dans le bain, a parfaitement conscience du passage du courant et reçoit des secousses qu'il gradue lui-même jusqu'à ce qu'elles soient facilement supportées : si elles lui paraissent trop fortes, il n'a qu'à éloigner les pieds de la plaque de charbon qui forme l'électrode positive, la résistance augmente avec l'épaisseur de la couche d'eau et l'intensité du courant diminue; si, au contraire, les secousses ne sont pas assez fortes, on tire le cylindre régulateur de laiton de la bobine.

Le malade peut, à volonté, faire passer le courant dans une seule jambe, ou dans les deux : il peut également le faire passer dans un bras ou dans les deux : il suffit, naturellement, d'approcher ou d'éloigner du charbon, électrode positive, les pieds ou les mains.

Ajoutons enfin que, généralement, les malades prennent un bain d'une demi-heure tous les deux jours.

Nous serons bref, on le comprend, sur les effets thérapeutiques et cliniques, en nous bornant à ce qui nous paraît strictement nécessaire.

Si le patient plongé dans le bain galvanique est une personne bien portante, il supportera patiemment les secousses, et quand il en sera sorti, il n'éprouvera aucun phénomène appréciable.

Si, au contraire, le patient est affecté de tremblement, quelle que soit la cause de cette affection, à ce qu'il semble au moins jusqu'à présent, il éprouvera un calme remarquable pendant

Digitized by Google

toute la durée du bain, le tremblement diminuant d'une manière notable. Mais à la sortie, le tremblement augmente une partie de la journée et c'est seulement le lendemain que l'effet calmant est nettement produit. Il faut être averti de cet effet, sans quoi on pourrait être conduit à ne pas se rendre un compte exact des résultats obtenus.

Ainsi que nous l'avons dit, M. le docteur C. Paul, ayant obtenu dans le cas d'un tremblement mercuriel un résultat sur lequel il ne comptait pas, a appliqué le même traitement à des tremblements provenant d'autres causes, tremblement alcoolique, chorée, ataxie paralytique, *paralysis agitans*, crampe des écrivains, et sur vingt cas a obtenu vingt guérisons, dans des conditions telles que nulle autre médication n'aurait pu donner de résultats : les observations détaillées ont paru dans les publications spéciales auxquelles nous renvoyons les lecteurs que ces questions intéresseraient particulièrement [1]. On trouvera dans ces publications des spécimens de l'écriture des principaux malades observés avant et après le traitement : l'amélioration est toujours nette, et quelquefois elle est considérable. Il importe de remarquer que c'est là le meilleur moyen d'avoir une idée sur l'intensité des tremblements et ses modifications : tout autre mode d'appréciation est absolument défectueux.

Le bain galvanique est-il susceptible d'autres applications? C'est ce que l'avenir fera connaître. Mais, on le voit, le mode d'application ne présente pas de difficultés : les conditions qui ont donné des résultats favorables sont bien déterminées, et ce qu'il importe d'abord, c'est de chercher à appliquer ce procédé dans les cas où il a déjà réussi ; l'occasion se présentera sans aucun doute, alors que l'on sera familiarisé complètement avec l'appareil, de l'appliquer dans d'autres cas. C. M. Gariel.

[1] *Bulletin de thérapeutique médicale et chirurgicale*, 15 septembre 1880; *Bulletin de la Soc. de thérapeutique*, 8 juin 1881.

Digitized by Google

L'AÉROSTAT DIRIGEABLE ÉLECTRIQUE

DE M. GASTON TISSANDIER

On trouvera dans ce numéro la note présentée par M. Gaston Tissandier à l'Académie des sciences, dans sa séance du 1er août, faisant connaître les résultats de ses premières expériences.

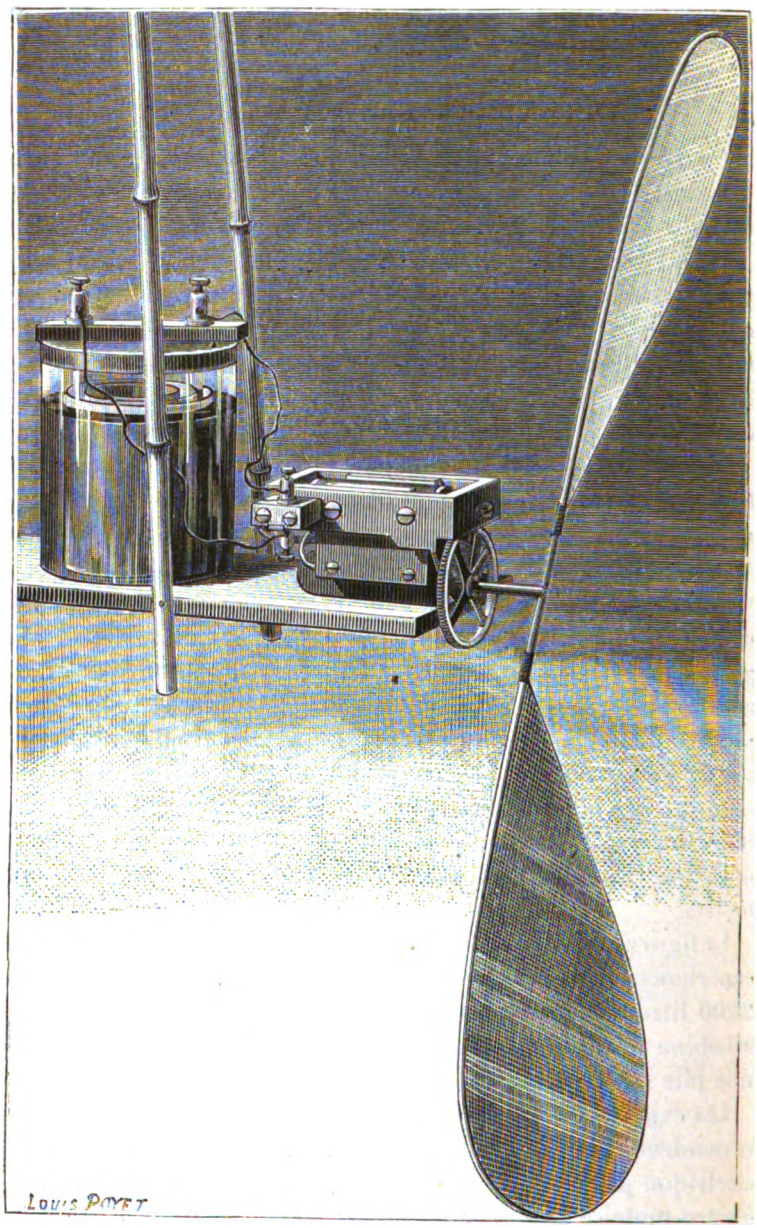
Nous ne voulons en dire ici que quelques mots pour répondre par avance aux objections que pourraient présenter quelques esprits chagrins qui, en exagérant les affirmations et les espérances légitimes de M. Tissandier, en arriveraient à conclure que le problème est irréalisable et que le temps passé à sa poursuite est du temps perdu.

Il ne s'agit pas d'abord de se diriger *toujours* et *par tous les temps*, mais seulement par un temps calme. Il ne s'agit pas non plus d'entreprendre de longs voyages, mais seulement, — pour le moment du moins, — de rester en l'air quelques heures, suivant l'énergie emmagasinée dans les accumulateurs. A ce point de vue, la pile secondaire de M. Gaston Planté présente une grande importance, et tous les efforts doivent tendre à créer un accumulateur très léger pour emporter dans l'espace une grande somme d'énergie sous un poids restreint. Les études entreprises par M. Tissandier feront donc progresser à la fois la question de la forme des hélices, des moteurs électriques et des accumulateurs légers. Elles montrent que, dès à présent, un voyage de direction aérienne peut être réalisé dans un aérostat de 3000 mètres.

La figure ci-contre représente la disposition employée dans les expériences préliminaires faites en petit avec le ballon de 2200 litres. Le moteur est une petite machine dynamo-électrique à bobine de Siemens, modèle de M. Trouvé; l'accumulateur est une pile secondaire de M. Gaston Planté de 500 grammes.

Les expériences ont confirmé ce fait théorique, sur lequel nous reviendrons plus en détail, que le travail produit par un moteur électrique passe par un maximum au moment où la force contre-électro-motrice qu'il développe par sa rotation est égale à la moitié environ de celle du générateur. Nous montrerons aussi

Digitized by Google



Hélice et moteur de l'aérostat électrique de M. G. Tissandier (Extrait du journal *La Nature*).

Digitized by Google

les avantages que présentent les moteurs électriques sur les moteurs employés jusqu'ici pour la direction des aérostats.

Le premier en date, comme le plus important des essais entrepris dans cet ordre d'idées, est l'aérostat à vapeur de M. Henry Giffard, le second est celui de M. Dupuy de Lôme en 1872, en employant des hommes comme moteurs. Nous verrons dans quelle mesure l'électricité réalise le *moteur léger*, indispensable pour la navigation aérienne.

Il suffit de penser au siège de Paris et aux services que pourrait rendre un ballon dirigeable dans des circonstances analogues, pour comprendre quel intérêt présente la question dont M. Gaston Tissandier fournit la solution, et faire taire des critiques jalouses qui devront s'incliner bientôt devant le fait accompli, c'est-à-dire *la construction d'un aérostat électrique dirigeable pendant quelques heures et par un temps calme*. Il n'y a là rien de chimérique et d'irréalisable. Les faits le prouvent déjà en petit; la preuve en grand ne se fera pas longtemps attendre.

E. Hospitalier.

L'abondance des matières nous oblige à reporter au prochain numéro la fin de l'article de M. Ternant sur le siphon-recorder de sir W. Thomson.

TIMBRE ENREGISTREUR AUTOMATIQUE

PAR MM. FERGUSSON ET KEMPE

« Le *Times* du 11 juillet, décrivant sommairement l'invention de MM. Fergusson et Kempe disait : « Quand on considère la quantité formidable de lettres passant journellement par le Post Office et la hâte avec laquelle sont faites les expéditions, l'on conviendra facilement que ce n'est pas un sujet aisé de s'assurer avec une certaine exactitude de la quantité de missives expédiées pendant une année ou toute autre période. L'énumération est, à présent, effectuée mentalement par le timbreur en même temps que les lettres lui passent par les mains et cette méthode, naturellement, est sujette à de grandes objections en présence de la faillibilité humaine. »

Lorsque des lettres passent par un bureau, elles sont timbrées, dans le but d'oblitérer les timbres, dater, etc., au moyen d'un timbre

Digitized by Google

à main ou à levier. MM. Fergusson et Kempe ont mis à profit cette circonstance et montent, soit le coussin à encrer le timbre, soit le coussin sur lequel les lettres sont placées pour être timbrées, sur des supports à ressorts et munissent l'appareil de contacts électriques disposés de telle sorte qu'une fermeture de circuit a lieu lorsque le coussin reçoit la pression du timbre et le courant actionne un compteur électrique placé dans ledit circuit, faisant avancer l'aiguille du compteur d'une unité. Lorsque le timbrage s'opère au moyen d'un levier, le levier lui-même est muni des contacts électriques, les coussins n'étant pas, comme précédemment, montés sur des supports élastiques. Dans les cas où l'on ne veut pas employer l'électricité, le

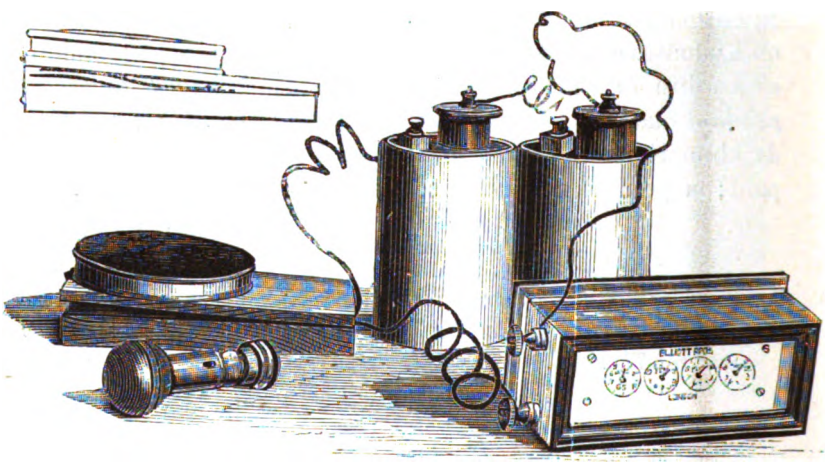


Fig. 1. — Timbre enregistreur électrique.

compteur est renfermé dans le manche même du timbre et fonctionne mécaniquement, la partie inférieure du timbre glissant longitudinalement dans la partie supérieure, et ce déplacement longitudinal actionnant, par l'intermédiaire d'un cliquet, une roue à rochet de laquelle dépendent les chiffres du compteur. Comme chaque timbrage nécessite deux pressions, une sur le coussin encreur et l'autre sur la lettre, la dite roue à rochet est divisée de manière à n'indiquer qu'une unité par chaque deux dents ou divisions.

La figure 1 représente une disposition de coussin d'encrage fonctionnant en circuit électrique avec un enregistreur. Le coussin est monté sur une planche à charnière, laquelle est repoussée de bas en haut par un ressort antagoniste. Lorsque le coussin est pressé de haut

Digitized by Google

en bas, par l'opérateur, au moment de l'encrage du timbre, un ressort dont la planche articulée est pourvue vient en contact avec un autre ressort inférieur (la figure montre ces deux ressorts), et comme ces ressorts sont attachés aux fils du circuit, ledit circuit se trouve fermé, et la même fermeture de circuit aura lieu chaque fois que le coussin articulé sera déprimé par l'action de l'encrage, actionnant, à chaque fermeture, le compteur enregistreur électrique. Lorsque le timbrage

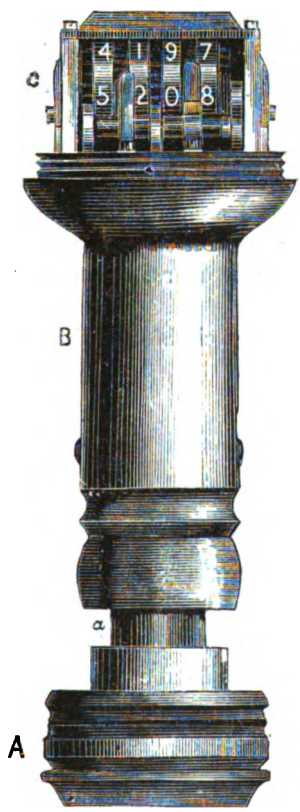


Fig. 2. — Timbre enregistreur.

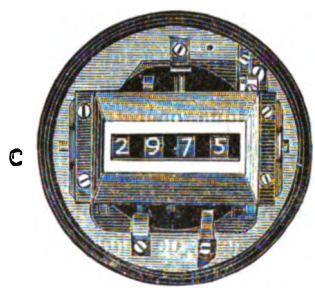


Fig. 3. — Compteur placé dans la poignée et protégé par la capsule C.

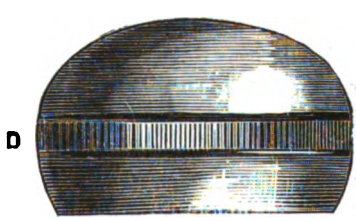


Fig. 4. — Capsule de la poignée.

a lieu au moyen d'un levier, les contacts électriques sont reliés au levier.

La figure 2 représente une coupe verticale d'un timbre enregistreur. Le timbre est fixé sur une tige pouvant glisser dans le manche ou poignée B, et est repoussé, en bas par un ressort, sa course inférieure étant limitée par deux goupilles glissant dans une rainure pratiquée

Digitized by Google

dans la poignée. Sur la poignée est vissée une capsule creuse D, contenant le compteur C, lequel peut être inspecté en dévissant la capsule.

La première roue du compteur est actionnée par un levier à cliquet attaché à la tige à glissière *a* du timbre et cette roue est munie de 20 dents, le barillet des unités, auquel elle est fixée, n'ayant que 10 divisions.

Les barillets donnant les unités supérieures sont actionnés, par le premier barillet, au moyen d'engrenages ordinaires. Chaque fois donc que le timbre sera soumis à une pression, la première roue avancera d'une division et le barillet des unités d'une demi-division, et comme pour chaque opération de timbrage le timbre est soumis à deux pressions, une sur l'encreur, l'autre sur la lettre à timbrer, le compteur indiquera la quantité de doubles pressions ou autrement dit la quantité de lettres ou objets ainsi timbrés. La capsule D est douce et bien arrondie, de manière à bien recevoir la pression de la main.

L'appareil, fabriqué par la maison Elliott Brothers, est maintenant adopté par le Post Office de Londres.

Nous devons la description précédente et les clichés qui l'accompagnent à l'obligeance du *Telegraphic Journal*. J. A. Berly.

MOTEUR A VAPEUR VERTICAL

POUR MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES

La figure ci-contre représente un nouveau type de machine verticale combiné tout spécialement par MM. Ransomes Head et Jefferies pour certaines installations d'éclairage électrique.

Dans cette disposition, la machine dynamo-électrique est conduite par une roue d'engrenage à alluchons commandant un pignon calé sur l'axe même de la machine.

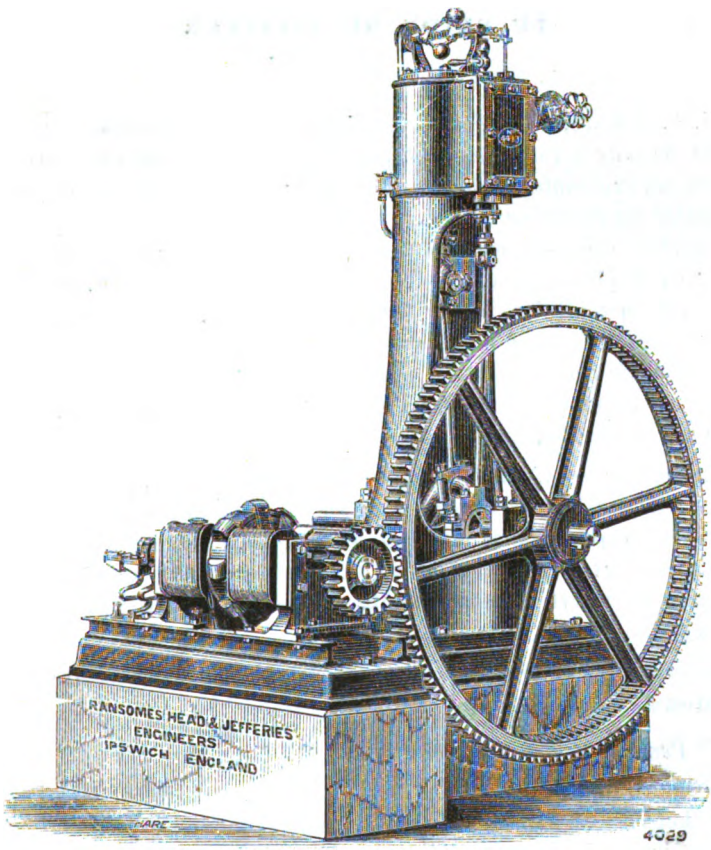
L'ensemble est très compact; il offre de très grands avantages, pour les installations à bord des steamers, comme dans toutes les installations où l'espace disponible est restreint.

Ces machines peuvent être facilement munies d'un Régulateur qui leur assure une marche régulière et permet de réaliser une économie de vapeur et de combustible; l'un des avantages principaux résultant de la suppression des courroies, c'est que le système n'est plus affecté par l'humidité, et que les glissements inhérents aux courroies ne sont

Digitized by Google

plus à craindre; la vitesse de rotation requise par la machine dynamo-électrique peut donc être réglée avec la plus grande précision.

Ces machines sont livrées par les constructeurs avec ou sans chaudières les accompagnant; et les constructeurs, en outre, annoncent qu'elles sont plus économiques que les machines à trois cylindres.



Moteur à vapeur centrale pour machines dynamo-électriques.

Nous décrirons prochainement un type d'installation électrique portative d'un modèle imaginé par les mêmes constructeurs qui en ont livré déjà un assez grand nombre à l'exportation.

Digitized by Google

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ

LE GUIDE DU VISITEUR

M. A. Lahure, l'éditeur et le cessionnaire du catalogue officiel, vient de faire paraître un plan général de l'exposition avec tous les noms des exposants de chaque salle, qui forme le supplément indispensable du catalogue officiel.

Ce plan a été soigneusement dressé avec les renseignements puisés aux meilleures sources et, grâce à l'obligeance de M. Lahure, qui a bien voulu les mettre à notre disposition, nous pouvons les reproduire dans notre numéro de ce jour.

Le lecteur trouvera dans le plan que nous publions un guide sûr et fidèle, pour que ses visites à l'exposition soient méthodiques, fructueuses et que rien ne soit oublié.

Les entrées. — L'entrée principale se trouve au pavillon principal nord, côté des Champs-Élysées. L'entrée de l'Est est réservée au chemin de fer électrique de M. M. Siemens, avec lequel, moyennant un supplément de vingt-cinq centimes, on pénètre directement dans le palais. La gare de départ est située sur la place de la Concorde, à côté des chevaux de Marly.

Prix des entrées. — Rappelons que le prix des entrées est fixé ainsi qu'il suit :

1° *Pendant les jours de la semaine :*

Matin, de 8 heures et demie à 11 heures.	1fr,50
Journée, de 11 heures du matin à six heures du soir.	1fr,00
Soir, de 8 heures à 11 heures.....	1fr,50

2° *Le dimanche :*

De 8 heures du matin à 6 heures du soir.....	0fr,50
De 8 heures à 11 heures du soir.....	1fr,00

Les visites du matin seront les plus utiles aux travailleurs, mais celles du soir seront certainement les plus agréables, et le coup d'œil que présentera le palais lorsque tous les éclairages fonctionneront sera véritablement féerique.

Digitized by Google

LE REZ-DE-CHAUSSÉE

Lorsqu'on pénètre dans l'exposition par le pavillon principal, du côté des Champs-Élysées, l'exposition se partage en deux moitiés bien distinctes: celle de *gauche* est consacrée aux expositions étrangères; celle de *droite* aux exposants français.

Au centre de la grande nef se trouve un modèle de phare de premier ordre et le bassin sur lequel navigue le bateau électrique de M. Trouvé.

Les moteurs et les machines en mouvement occupent toute la partie du rez-de-chaussée placée au-dessous des salles du sud du premier étage. Le plan indique exactement le nom des divers exposants et celui des sections, nous n'avons donc pas à y insister davantage.

L'espace vide entre les chaudières de Naeyer et la Société Force et Lumière, près du pavillon sud-ouest, est actuellement rempli par un certain nombre d'exposants dont les installations n'étaient pas encore faites au moment où le plan a été dressé.

L'éclairage du rez-de-chaussée et de la grande nef renfermera des échantillons de la plupart des systèmes exposés. Nous en donnerons une liste complète dans notre prochain numéro, lorsque les installations seront terminées.

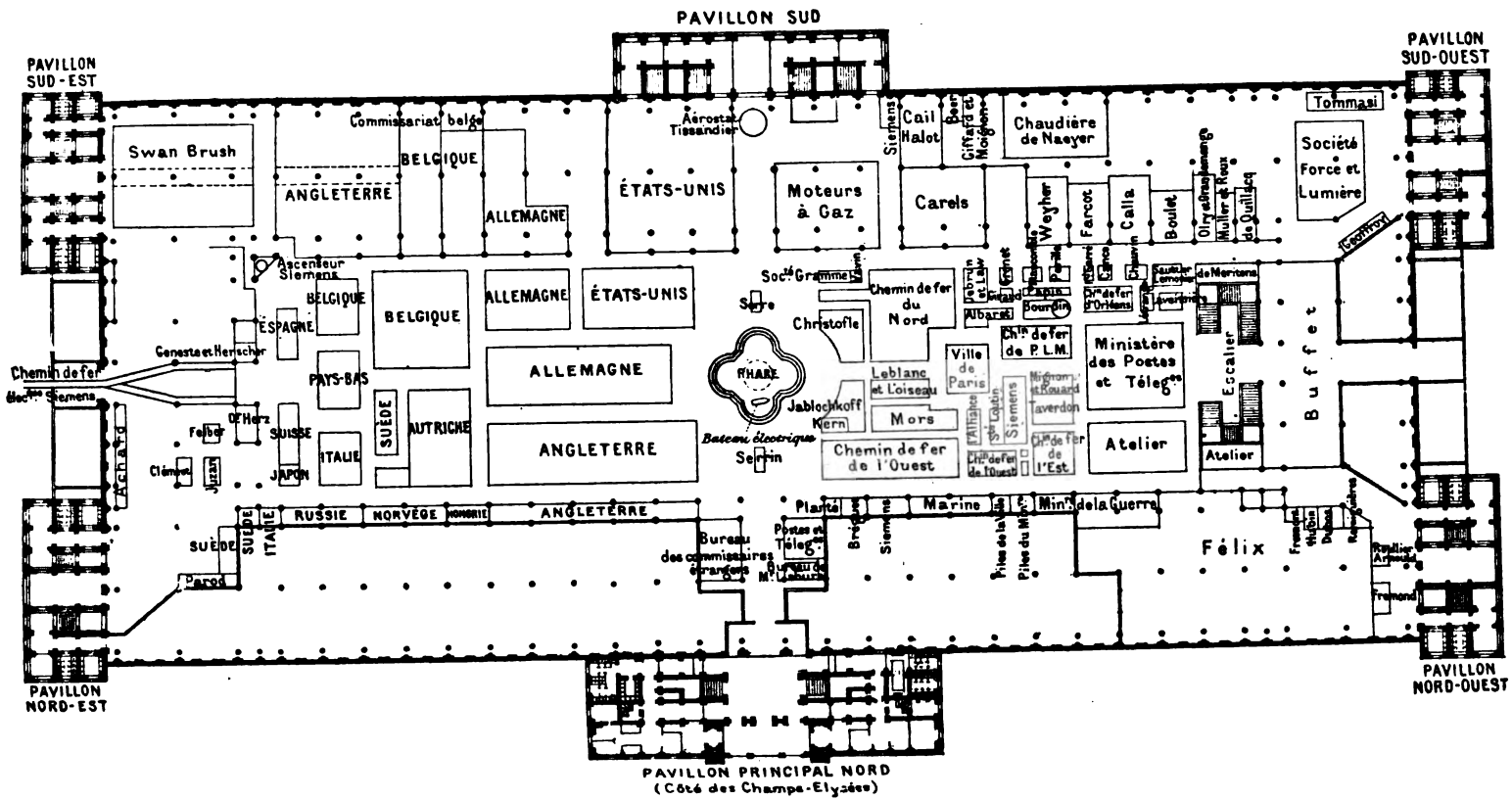
PREMIER ÉTAGE

Les accès. — On accède au premier étage par cinq voies différentes : 1° Le grand escalier construit à l'extrémité ouest du palais; 2° le grand escalier du pavillon principal nord aboutissant à la salle d'honneur (salle C.); 3° l'escalier du pavillon nord-est, le plus rapproché de la salle du Congrès; 4° l'escalier du pavillon nord-ouest, près de la salle de vente; 5° enfin, le moyen le plus commode et le moins fatigant, est l'ascenseur électrique placé dans l'angle sud-est de la grande nef et qui amène le visiteur sur le pourtour de la galerie du premier étage.

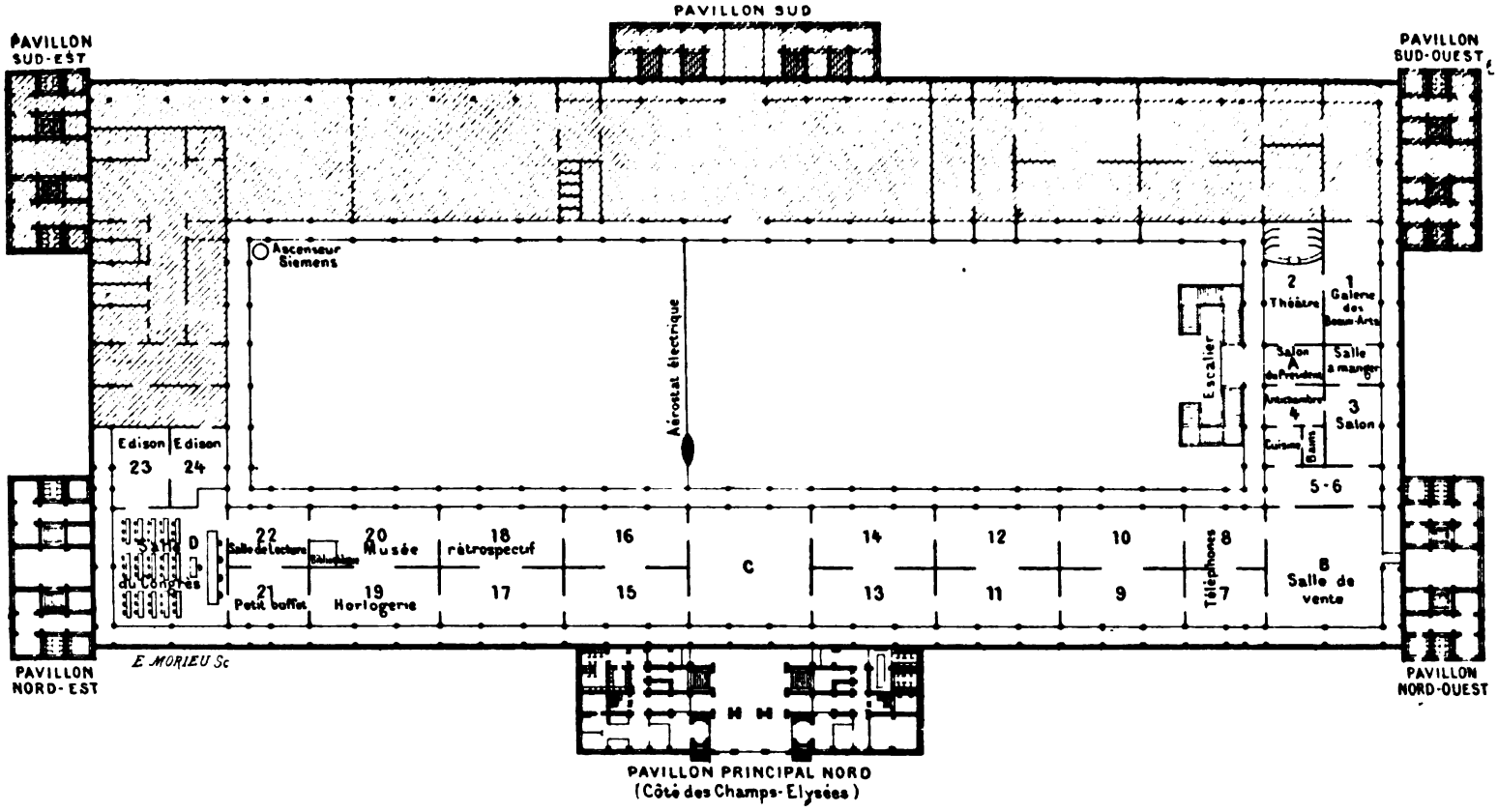
Les salles. — Si l'on veut visiter les salles méthodiquement, il faut arriver au premier étage par le grand escalier construit dans la nef et qui débouche dans l'appartement désigné sur le plan par la lettre A. Il est alors facile de les suivre toutes avec ordre. En voici la nomenclature avec la désignation du système qui contribue à son éclairage.

Salle A. — En face du grand escalier de la nef. Salon du Président de la République. Lampes à incandescence Reynier.

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Salle 1. — Galerie de tableaux. Lampe-soleil.

Salle 2. — Théâtre. Lampe Werdermann.

Salle 3. — Appartement. Salon éclairé avec les bougies Jamin. Salle à manger éclairée avec la lampe Werdermann.

Salle 4. — Appartement. Vestibule, cuisine, salle de bain. Éclairés par la Société Force et Lumière (Accumulateurs Faure et lampes à incandescence).

Salles 5 *et* 6. = Réunies en une seule. Éclairage et exposition des bougies Jamin et des machines Gramme à courants alternatifs modifiées par M. Jamin pour alimenter ses bougies.

Salle B. — Salle de vente éclairée par la bougie Jablochkoff. Exposition de jouets, petits appareils, exposition des bougies Jablochkoff.

Salles 7 *et* 8. — Salles d'auditions téléphoniques des représentations de l'Opéra et du Théâtre-Français. Éclairage de la salle 7: La Société Force et Lumière, salle 8: Société Brush.

Salle 9. — Appareils médicaux et appareils téléphoniques. Bobines, etc. Exposition et éclairage de Méritens.

Salle 10. — Exposition et éclairage Sautter et Lemonnier. Appareils divers de l'électricité domestique.

Salle 11. — Éclairage Jablochkoff. Photographie Liébert.

Salle 12. — Éclairage de la Société espagnole d'électricité. (Régulateurs Gramme). Charbons et lampes électriques.

Salle 13. — Éclairage Siemens (lampes différentielles). Appareils de précision et de mesures. Bobines, électro-aimants, tubes de Geissler, etc.

Salle 14. — Compagnie parisienne d'éclairage par l'électricité. (Machines Wilde et de l'Alliance. Bougies Wilde). Télégraphie et appareils domestiques. Sonneries.

Salle C. — Exposition et éclairage de la United States electric lighting C° par les lampes à incandescence système Maxim. Câbles, téléphones et télégraphes.

Salle 15. — Exposition et éclairage Jaspar. Lampes électriques, télégraphie. Piles. Sonneries. Paratonnerres.

Salle 16. — Éclairage par les lampes de M. Anatole Gérard. Appareils divers. Fils. Bornes. Papier-bande. Tommasi.

Salle 17. — Syndicat de l'électricité. Régulateurs Gramme. Électro-chimie, piles, galvanoplastie, etc.

Salle 18. — Musée rétrospectif. Éclairage de MM. Mignon et Rouart.

Salle 19. — Exposition et éclairage de la Société lyonnaise de

Digitized by Google

constructions mécaniques et de lumière électrique (procédés Lontin, Bertin et de Mersanne). Horlogerie électrique.

Salle 20. — Musée rétrospectif. Éclairage James Fyfe. Bibliothèque. Éclairage Daft.

Salle 21. — Petit buffet. Éclairage par les lampes à incandescence Swan.

Salle 22. — Salle de lecture. Brochures et journaux spéciaux. Lampes Brush.

Salle D. — Salle du Congrès et des conférences. Lampes à incandescence de Swan.

Salles 23 *et* 24. — Exposition et éclairage Edison.

Le Pourtour. — Une fois la visite des salles terminées, il ne faudra pas oublier de faire le tour des galeries extérieures du premier étage où se trouvent un grand nombre d'expositions intéressantes qui n'ont pu trouver place dans les salles.

Nous manquerions à tous nos devoirs de guide si nous ne signalions, avant de terminer notre rapide promenade, le grand buffet du rez-de-chaussée placé au-dessous du grand escalier et le petit buffet de la salle 21.

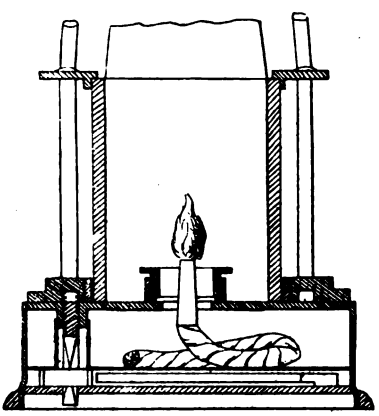
FERMETURE DE SURETÉ POUR LAMPES DE MINES

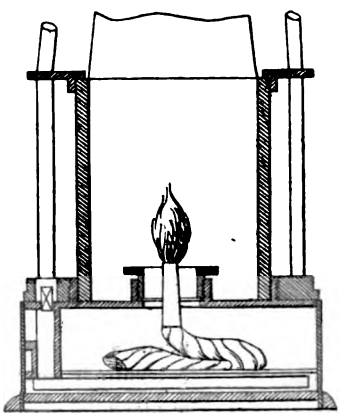
Les lampes de mine doivent présenter plusieurs dispositions spéciales pour éviter les explosions de grisou. Il faut que les mineurs ne puissent les ouvrir pour se procurer du feu ; c'est à l'imprudence des mineurs qu'il faut attribuer le plus souvent les accidents. Cette fermeture tout en étant sûre, doit aussi être simple pour ne pas trop élever le prix de la lampe, et enfin, il faut que l'ouverture et la fermeture de la lampe se fassent rapidement pour ne pas perdre trop de temps à l'allumage et au nettoyage.

En réalité aucune lampe ne présente aujourd'hui cet ensemble de qualités. M. le docteur Schoudorff s'est préoccupé de cette question et, pour réaliser les conditions que nous venons d'énumérer, il a construit une fermeture de lampe qui ne peut s'ouvrir qu'à l'aide d'un fort aimant et mieux encore d'un électro-aimant, ôtant ainsi aux mineurs la possibilité d'ouvrir à leur gré la lampe.

Digitized by Google

La figure 1 montre une disposition employée. Le levier *b* est serré contre la roue d'arrêt *a* qui permet ou empêche la manœuvre de la vis qui retient le porte-verre sur le réservoir d'huile qui forme le socle de la lampe. Il faut donc dégager le cliquet pour pouvoir manœuvrer la fermeture. Pour cela, on applique un fort aimant ou un électro-aimant sur les parties polaires de la lampe en N. S.





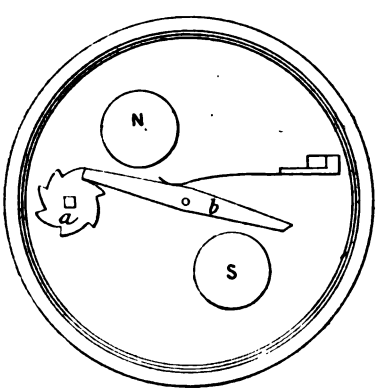


Fig. 1.

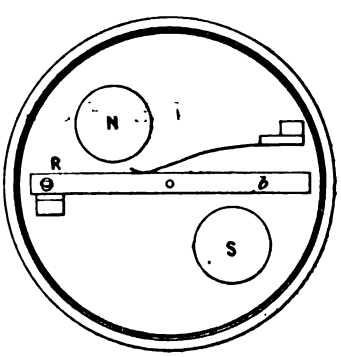


Fig. 2.

Dans un système analogue, du moins en principe, qui fonctionnait à l'Exposition universelle de 1878, l'électro-aimant était alimenté par une machine Gramme type de laboratoire, actionné par une pédale. L'ouvrier, qui a les mains libres, n'avait qu'à poser la lampe en un point déterminé de la table pour ouvrir instantanément l'appareil.

Digitized by Google

Dans une disposition plus simple représentée figure 2, la roue d'arrêt est remplacée par un verrou R. L'électro-aimant, dont les pôles sont placés en NS, fait pivoter le levier *b* qui dégage le verrou ; le verrou tombe et la lampe peut alors s'ouvrir. Pour fermer la lampe, on relève le verrou, le levier R, poussé par le ressort, vient de nouveau sous le verrou et le maintient relevé jusqu'à ce que la lampe soit placée de nouveau sur l'électro-aimant. Ce système, nous apprend *l'Elektrotechnische zeitchrift*, à qui nous empruntons ces détails, doit d'ailleurs figurer à l'Exposition internationale d'Électricité.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 25 juillet 1881.

M. *Desains* présente une note de MM. *Jacques* et *Pierre Curie* sur *Les cristaux hémièdres à faces inclinées, comme sources constantes d'électricité.*

Il résulte des expériences des auteurs de cette note qu'une lame convenablement taillée dans un cristal hémièdre à faces inclinées et placée entre deux feuilles d'étain constitue un condensateur susceptible de se charger lui-même quand on le comprime. Cette propriété permet de réaliser un instrument nouveau, une sorte de *condensateur source* qui peut servir comme étalon d'électricité statique, à la mesure des charges et à celle des capacités.

Lorsqu'un cristal agit comme condensateur-source : 1° les deux faces se chargent de quantités d'électricité rigoureusement égales et de signes contraires; 2° lorsqu'une des faces est en communication avec la terre, l'autre fournit une quantité d'électricité déterminée pour une pression déterminée; 3° il y a proportionnalité entre la quantité d'électricité dégagée et la pression exercée.

Il résulte de ces propositions que, tandis qu'une pile permet de porter un conducteur à un potentiel déterminé, un condensateur source permet de fournir à un conducteur une quantité déterminée d'électricité.

La quantité d'électricité dégagée par un poids de 1 kilogramme

Digitized by Google

placé sur une tourmaline est susceptible de porter une sphère de 14^{cm}, 2 au potentiel d'un Daniell, c'est-à-dire qu'elle est égale à 0,0531 unités C. G S. électro-statiques.

La quantité d'électricité dégagée par 1 kilogramme sur une lame de quartz perpendiculaire à un axe horizontal est capable de porter une sphère de 16^{cm}, 6 au potentiel d'un Daniell, c'est-à-dire qu'elle est égale à 0,062 unités C. G. S. électro-statiques.

Ces nombres mesurent ce qu'on peut appeler les pouvoirs électriques de pression de la tourmaline et du quartz.

Robinet électrique : transformation, transport, emploi de l'énergie. — Note de M. G. Cabanellas, présentée par M. Cornu.

« La théorie et l'expérience s'accordent à établir l'imperfection essentielle et la portée restreinte des distributions d'énergie basées sur des transports réels de matière du lieu de production au lieu de consommation de l'énergie (liquide ou gaz en pression).

Les propagations électriques s'effectuant par acte moléculaire, en une durée pratiquement nulle, sont, en principe, infiniment moins matérielles, plus parfaites; il était rationnel de les utiliser dans cette voie.

Le nouveau théorème électrodynamique présenté à l'Académie des Sciences, le 27 décembre dernier, me permet de donner une solution simple et complète du problème si intéressant des exportations ou importations et des distributions industrielles d'énergie, à toutes distances, automatiquement et par une canalisation unique. La présente communication a pour objet l'explication très sommaire de cette application.

Si nous restreignons l'énoncé du théorème au cas où l'un des deux débits électriques est toujours du même sens et proportionnel au temps, il en sera de même de l'autre débit considéré; cela revient à dire qu'à une intensité définie, traversant une des deux machines, correspond une intensité également définie traversant l'autre machine. La seconde intensité peut par construction, être inférieure, égale ou supérieure à la première. Nous pouvons donc établir des ensembles de deux machines, que nous numéroterons 1, 2, 3,..., n, tels qu'à un même débit de D webers, dans la première partie de chacun de ces ensembles, correspondent respectivement des débits de 1, 2, 3,..., n webers dans les secondes parties. Si nous animons tous ces ensembles par une même circulation mère de D webers, nous recueillerons dans chacun des circuits d'exploitation respectifs des débits qui, respectivement et par construction, seront à volonté de 1, 2, 3,..., n

Digitized by Google

webers, et cela, quelles que soient les variations exercées extérieurement sur les circuits d'exploitation comme résistances et comme forces électromotrices.

Chacun de ces n ensembles constitue donc un véritable robinet électrique à débit d'intensité distincte et constante.

Il est entendu que, afin de réaliser les meilleures conditions mécaniques, les deux parties constitutives d'un robinet sont construites sur un même arbre destiné généralement à fonctionner vertical; c'est alors une sorte de cylindre fermé, d'aspect extérieur immobile, appareil complet, transportable et fournissant, sans changement de réglage, la régulation automatique du débit de chacune des applications exploitées.

Sans entrer dans les détails, il faut cependant remarquer que tout robinet alimenté par l'unique circulation mère de même sens peut, par construction, débiter soit des courants de même sens, soit des courants alternatifs à phases quelconques, avec cet avantage que les électro-aimants inducteurs des courants alternatifs peuvent facilement être excités par la circulation mère. Ainsi les nombreuses usines locales et leurs régulations distinctes, jusqu'à présent nécessaires pour l'éclairage électrique, par exemple, peuvent être remplacées par des robinets logés n'importe où, sans préoccupation d'éclairage, d'aérage ou de points d'attache, dans le volume strictement nécessaire à l'appareil. D'une façon générale, par un nombre quelconque de robinets branchés sur l'unique canal d'exportation, sous tous les modes dynamiques, quantité, tension, sens électriques.

L'énergie, sous forme de lumière, son, chaleur, action chimique, puissance mécanique proprement dite, peut être distribuée localement, directement ou indirectement, avec réglage automatique, malgré les variations constamment facultatives des consommations locales d'énergie. Tous les réglages locaux, quel qu'en soit le nombre, sont ramenés à l'unique réglage de l'intensité mère dont ils sont la conséquence.

Au lieu d'exportation, l'énergie disponible est puisée, en quantité qui peut être constamment variable, et est lancée dans le canal sous forme de courant à force électro-motrice variable et à intensité maintenue constante. La source électrique se compose d'éléments dont chacun engendre, sous l'intensité de régime, une force électro-motrice élémentaire disponible. Un relais électrique, que commande un variateur par débit, remplit la seule fonction, automatique, d'ouvrir ou fermer le circuit auxiliaire, et donner brusquement carrière, dans un sens ou dans l'autre, aux actions mécaniques correctrices de la force motrice, du nombre d'éléments source et de l'appoint, jusqu'à ce que l'organe vigilant soit satisfait, c'est-à-dire que la tendance modifica-

Digitized by Google

trice de l'intensité mère soit corrigée. En résumé, au lieu d'exportation comme aux points de consommation, toutes les régulations sont automatiques et jouissent de cette importante et distinctive propriété, qu'à chaque instant l'énergie n'est prise et consommée qu'au prorata de l'effet utile à obtenir. Dans le cas où l'énergie à exporter est rendue disponible en un lieu par l'intermédiaire d'un moteur à vapeur, par exemple, actionnant une source dynamique d'électricité, non seulement le moteur et la force électro-motrice résultante ne travaillent qu'en raison de l'energie totale à dépenser utilement, à tout moment, mais de plus, il n'est employé à tout moment que le nombre d'éléments induits strictement nécessaires pour produire, à l'intensité de régime, la force électro-motrice utile, à ce moment, pour assurer ce débit de régime. Il en résulte que les éléments induits de la source travaillent toujours dans leurs conditions de maximum de rendement, ou en d'autres termes, que la résistance intérieure de la source est toujours minimum pour la force électro-motrice utilement lancée dans le circuit canalisé.

« Appelant i l'intensité de régime, R la résistance du canal, r celle d'un élément-source à force électro-motrice disponible e, C et E les éléments électriques récepteurs, le rendement relatif en travail disponible aux récepteurs est :

$$\frac{1}{\left[1+\frac{ir}{e}\right]\left[1+\frac{iR+\Sigma\rho}{\Sigma E}\right]}. »$$

Cette communication gagnerait beaucoup à être traduite en langage ordinaire; nous y renonçons pour notre part pour une raison facile à saisir. Si nos renseignements sont exacts, M. G. Cabanellas doit exposer son système d'exportation, d'importation et de distribution industrielle d'énergie. A défaut d'appareils, il y aura tout au moins des diagramnames et des dessins qui en faciliteront l'intelligence. Nous pourrons alors y revenir, et étudier le côté et la valeur *pratique* des idées que M. G. Cabanellas exprime dans des termes qui réalisent, à notre avis, le comble de *l'abstraction* et de l'inintelligible.

Séance du 1er août 1881.

Sur une modification de la lampe électrique; par M. Jamin.

« Aussitôt qu'il eût découvert l'arc électrique, Davy le plaça dans le vide et reconnut : 1° que sa longueur est augmentée; 2° que les

Digitized by Google

charbons ne s'usent plus. Depuis cette époque, diverses personnes ont essayé d'enfermer leurs appareils dans l'air confiné, mais jamais, à ma connaissance, dans des vases hermétiquement clos, ni au milieu de gaz sans action sur les charbons rougis. Cela tenait sans doute aux difficultés de l'expérience, à cause de la dimension des régulateurs. La lampe que j'ai fait connaître à l'Académie, pouvant être réduite à de très petits volumes, peut être placée soit dans le vide, soit dans des gaz inertes, au milieu de globes entièrement fermés. Voici le résultat des expériences que j'ai exécutées sur ce point.

» Parmi les gaz qui n'ont pas d'action sur les charbons, on peut citer l'azote, l'acétylène, l'oxyde de carbone, le gaz des marais et probablement le sulfure de carbone. La plupart des autres sont décomposés. Ainsi, la vapeur d'eau donne de l'oxyde de carbone et de l'acétylène, l'acide carbonique double son volume et se change en oxyde de carbone, les carbures d'hydrogène, et en particulier la vapeur de pétrole, se décarburent, donnent naissance à des filaments de coke qui réunissent les pointes des charbons et font d'un appareil à arc un brûleur par incandescence.

» L'air offre un intérêt particulier. On voit tout d'abord le vase se remplir de vapeurs rutilantes par la combinaison, sous l'influence électrique, de l'oxygène et de l'azote. Mais ce composé se détruit bientôt et le gaz redevient incolore; il est évident que l'acide hypoazotique, après avoir pris naissance sous l'influence électrique, est à son tour décomposé pour fournir de l'oxygène au charbon. Finalement, il ne reste que de l'azote et de l'oxyde de carbone.

» Pendant ce temps, l'arc électrique subit des modifications correspondantes. Tant qu'il y a des vapeurs rutilantes, il varie à la fois dans son intensité et dans sa couleur; on le voit monter et descendre le long des pointes. A mesure que le gaz se décolore, la flamme se fixe et change de teinte. Enfin, quand toutes les transformations chimiques sont accomplies, elle est réduite à un arc très net, bien étalé, d'un bleu verdâtre sans mélange d'autres couleurs. Mais ce qu'il faut surtout remarquer, c'est qu'elle prend une fixité absolue, sans aucune défaillance dans son intensité, ni variation dans sa couleur ou sa position. Jamais, dans aucun cas, je n'ai remarqué une aussi complète fixité qui entraîne nécessairement la même invariabilité dans l'éclat des pointes; je crois que cette circonstance est de la plus haute importance, en ce qu'elle nous affranchit des irrégularités qu'on rencontre dans tous les charbons.

» Le spectre est sillonné par une incroyable quantité de raies très fines et presque régulières qui en constituent le tissu très serré. En outre, il offre en ses diverses parties un éclat très inégal. On y remar-

Digitized by Google

que quatre grands maxima qui naissent brusquement du côté le moins réfrangible par une ligne très brillante, laquelle se répète ensuite à des distances égales en s'affaiblissant. Ces maxima sont dans le jaune vert, le vert, le bleu et le violet; ils restent seuls visibles quand la lumière diminue; on reconnaît alors le spectre de la flamme bleue de l'alcool ou du gaz, celui des gaz carburés traversés par l'étincelle de Ruhmkorff et enfin celui de la récente comète que M. Thollon venait justement d'étudier avec le même instrument: c'est le spectre électrique de la vapeur de charbon rendue incandescente sans brûler.

» Les choses se passent autrement dans l'air: le charbon brûle, l'arc est rouge et l'on voit se succéder à intervalles irréguliers le spectre précédent, et un autre qui est dû à la combustion et qui est tout à fait différent; il présente un splendide assemblage de raies éclatantes dues à la combustion des métaux que contient le charbon. Il est évident que dans un gaz inerte nous avons affaire à un phénomène simple, purement électrique, que l'arc est un courant, que nous pouvons le diriger et le maintenir invariablement aux pointes par des actions électromagnétiques: c'est pour cela que la lumière prend une si remarquable fixité. Dans l'air libre, au contraire, le phénomène est complexe. Il y a encore le courant que nous pouvons fixer, mais il y a aussi la combustion des charbons sur laquelle nous ne pouvons rien, qui varie d'un moment à l'autre par le défaut d'homogénéité des charbons et qui occasionne les oscillations qu'on reproche avec raison à la lumière électrique.

» Si l'on opère dans l'air confiné, on commence par observer le spectre de combustion; aussitôt que les transformations chimiques commencent, le spectre électrique apparaît; on ne les voit pas tous deux en même temps: ils se succèdent et se remplacent alternativement; peu à peu les durées du premier diminuent: elles s'allongent pour le second, qui finit par persister.

» Il est bien remarquable que dans les deux cas l'arc soit caractérisé par des spectres si dissemblables et que les oscillations de la lumière ne soient que l'indice du passage d'un spectre à l'autre.

» Ce qui doit nous intéresser encore davantage, c'est que les charbons cessant de brûler cessent aussi de s'user. Quand on opère dans l'air avec un courant moyen, on dépense environ $0^m,16$ de bougie par heure, et, comme il y a cinq bougies de $0^m,32$ par lampe, c'est une durée de dix heures, soit une nuit. Dans l'appareil fermé, à mesure que le gaz se transforme, l'usure décroît rapidement et se réduit jusqu'à $0^m,002$ environ par heure. Chaque bougie dure cent soixante heures, chaque lampe huit cents heures ou quatre-vingts nuits de dix heures. On peut dire que la lampe électrique devient perpétuelle, qu'il

Digitized by Google

suffira de remplacer les charbons quand il faudra la nettoyer, que la dépense des charbons est presque annulée, que leur qualité devient indifférente, que les soins journaliers sont supprimés et que la lumière acquiert une fixité jusqu'à présent inconnue. Il faut ajouter que par ses qualités antérieures, la lampe s'allume spontanément aussitôt que le courant est fermé.

» Dans la pratique il faut réduire autant qu'on le peut les dimensions du globe de verre qui contient le brûleur, empêcher avec le plus grand soin l'air extérieur d'entrer pendant les refroidissements, tout en permettant au gaz intérieur de s'échapper pendant la fonction, ce à quoi on parvient au moyen d'une soupape. Quant aux dispositions de ces globes, on peut les varier à l'infini; celles que nous avons adoptées sont très simples. Tout est soutenu par un plateau métallique; un anneau fixé sur son contour avec des vis maintient un anneau de caoutchouc qui se replie sur la cloche et la soutient par la pression, s'élargit et laisse échapper l'air; pendant le refroidissement, il serre la cloche et la ferme. »

Sur l'application des moteurs électriques et des piles secondaires de M. G. Planté à la direction des aérostats. — Note de M. Gaston Tissandier. (Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Les perfectionnements récents apportés aux machines dynamo-électriques m'ont donné l'idée de les employer à la direction des aérostats, concurremment avec les couples secondaires, qui, sous un poids relativement faible, emmagasinent une grande somme d'énergie.

» Un semblable moteur, attelé à une hélice de propulsion, offre, sur tous les autres des avantages considérables au point de vue aérostatique : il fonctionne sans aucun foyer et supprime ainsi le danger du feu sous une masse d'hydrogène; il offre un poids constant et n'abandonne plus à l'air des produits de combustion qui délestent sans cesse l'aérostat et tendent à le faire monter dans l'atmosphère. Il se met en marche avec une facilité incomparable par le simple contact d'un commutateur.

» J'ai fait confectionner un petit aérostat allongé terminé par deux pointes, ayant $3^m,50$ de longueur, et $1^m,30$ de diamètre au milieu. Cet aérostat a un volume de 2 200 litres, environ. Gonflé d'hydrogène pur, il a un excédent de force ascensionnelle de 2 kilogrammes.

» M. G. Trouvé a construit une petite machine dynamo-électrique, genre Siemens, pesant 220 grammes, et dont l'arbre est muni par l'intermédiaire d'une transmission d'une hélice à deux branches, très

Digitized by Google

légère, de $0^m,40$ de diamètre. Ce petit moteur est fixé à la partie inférieure de l'aérostat avec un couple secondaire pesant $1^{kgr},300$. L'hélice dans ces conditions tourne à 6 tours et demi à la seconde; elle agit comme propulseur et imprime à l'aérostat dans un air calme une vitesse de 1 mètre à la seconde, pendant plus de quarante minutes. Avec deux éléments secondaires montés en tension et pesant 500 grammes chacun, je puis adapter au moteur une hélice de $0^m,60$ de diamètre qui donne à l'aérostat une vitesse de 2 mètres environ à la seconde, pendant dix minutes environ. Avec trois éléments, la vitesse atteint 3 mètres. J'ai renouvelé les expériences un grand nombre de fois en attelant l'aérostat à un manège installé dans une des salles du Conservatoire des Arts et Métiers, que M. Hervé Mangon a bien voulu mettre à ma disposition.

» Après ces premiers essais, j'ai mesuré le travail produit par le petit moteur dynamo-électrique de M. Trouvé. J'ai employé la méthode la plus simple, en faisant soulever directement des poids au moteur. Ces expériences ont été exécutées avec le concours de M. E. Hospitalier. Nous avons relié au moteur un élément secondaire, puis deux éléments en tension, et nous avons fait successivement varier les vitesses, en augmentant ou en diminuant la valeur des poids soulevés. Le petit moteur qui, nous le répétons, pèse 220 grammes produit, dans les conditions de travail maximum, 90 grammètres avec un seul élément et une vitesse de 5 tours par seconde. Avec deux éléments en tension et une vitesse de 12 tours par seconde, le travail atteint 420 grammètres; avec trois éléments on atteint environ 1 kilogrammètre.

» Avec les deux éléments en tension, si la vitesse s'abaisse à 5 ou 6 tours par seconde, le travail n'est plus que de 278 grammètres; si la vitesse est supérieure à celle qui correspond au maximum et atteint par exemple 14 tours à la seconde, le travail n'est plus que de 375 grammètres. Ces expériences montrent que, conformément à la théorie, les moteurs électriques attelés à un générateur donnent un travail maximum qui correspond à une certaine vitesse.

Dans les conditions actuelles, les moteurs dynamo-électriques peuvent donner 6 chevaux-vapeur sous un poids de 300 kilogrammes environ, avec 900 kilogrammes d'éléments secondaires. Il serait facile d'enlever avec soi ce matériel d'un poids total de 1200 kilogrammes, dans un aérostat allongé, de 3000 mètres cubes, gonflé d'hydrogène, analogue à ceux qui ont été conduits dans les airs, en 1852 par M. Giffard, et en 1872 par M. Dupuy de Lôme. L'aérostat aurait 40 mètres de longueur et $13^m,50$ de diamètre au milieu; sa force ascensionnelle totale serait de 3500 kilogrammes environ; il pèserait,

Digitized by Google

avec tous ses agrès, 1000 à 1200 kilogrammes; il resterait donc encore plus de 1000 kilogrammes pour les voyageurs et le lest. Par un temps calme, cet aérostat aurait une vitesse propre de 20 à 25 kilomètres à l'heure, et dans un air en mouvement, il se dévierait de la ligne du vent; il ne fonctionnerait assurément que pendant un temps limité, mais pourrait servir à des expériences de démonstration tout à fait décisives. Les résultats obtenus seraient bien plus favorables encore en employant un moteur dynamo-électrique et des piles secondaires construits dans des conditions spéciales de légèreté. On aurait ainsi, sous un même poids, une somme d'énergie bien plus considérable.

J'ai l'honneur de faire fonctionner, devant l'Académie, les moteurs qui m'ont servi dans mes expériences.

M. L. Poultier adresse un mémoire relatif à un *nouveau train de wagons avec serre-frein électro-magnétique* (renvoi à l'examen de M. Tresca.)

Sur les applications des moteurs électriques. — Note de M. G. Trouvé, présentée par M. Th. du Moncel.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 7 juillet 1880, un nouveau moteur électrique, fondé sur l'excentricité des joues de la bobine de Siemens. Par des études successives, qui m'ont permis de réduire le poids de tous les organes du moteur, je suis arrivé à lui faire produire un rendement qui me paraît remarquable.

» Un moteur du poids de 5 kilogrammes, actionné par 6 éléments secondaires de Planté, produisant un travail effectif de 7 kilogrammètres par seconde, fut placé, le 8 avril dernier, sur un tricycle dont le poids, y compris le cavalier et les piles, s'élevait à 160 kilogrammes, et l'entraîna à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure.

» Le même moteur, placé le 26 mai sur un bateau de $5^m,50$ de long sur $1^m,20$ de large, contenant trois personnes, lui a imprimé une vitesse de $2^m,50$ en descendant la Seine au Pont-Royal et $1^m,50$ en remontant le fleuve. Le moteur était actionné par deux batteries de piles au bichromate de potasse, de 6 éléments chacune, et le propulseur était une hélice à trois branches.

» Le 26 juin, je renouvelai l'expérience sur l'eau tranquille du lac supérieur du bois de Boulogne, avec une hélice à quatre branches, de $0^m,28$ de diamètre et 12 éléments de Bunsen plats, genre Ruhmkorff, chargés avec 1 partie d'acide chlorhydrique, 1 partie d'acide azotique

Digitized by Google

et 2 parties d'eau dans le vase poreux, afin d'atténuer le dégagement des vapeurs hypoazotiques.

» La vitesse, au début, mesurée au moyen d'un loch ordinaire, a atteint très exactement 150 mètres en quarante-huit secondes, ou un peu plus de 3 mètres par seconde; mais, au bout de trois heures de fonctionnement, elle était descendue à 150 mètres en cinquante-cinq secondes. Après cinq heures de marche, la vitesse était encore de $2^m,30$ par seconde; car les 150 mètres étaient parcourus en soixante-cinq secondes. »

BIBLIOGRAPHIE

TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE DES PILES ÉLECTRIQUES[1]

PAR A. CAZIN

Annoté et publié par M. A. Angot.

L'ouvrage de feu M. Cazin que M. Angot vient de publier et de compléter par certaines additions, présente une nomenclature très étendue des piles hydro-électriques et thermo-électriques. Il donne sur toutes celles qu'il mentionne l'indication du mémoire original ou de la première publication. Ce renseignement sera précieux à toutes les personnes qui voudront étudier ces questions; car il est difficile de rouver ces sources; nous le savons par expérience.

A l'occasion de cet ouvrage nous nous proposons d'entretenir nos lecteurs de la pile de Smée qui n'est que peu connue en France, tandis qu'elle a été très généralement employée en Angleterre, tant dans les laboratoires que dans l'industrie. C'est, comme on sait, une pile à un seul liquide, eau acidulée à l'acide sulfurique.

On peut, disent nos auteurs, empêcher par divers moyens l'hydrogène d'adhérer à l'électrode négative. On diminue de cette manière la polarisation et la pile varie moins rapidement.

Poggendorff a indiqué le moyen suivant pour les lames de cuivre; après les avoir bien décapées, on précipite sur leur surface, par une opération galvanoplastique, un dépôt de cuivre pulvérulent. La pile gagne en constance.

[1] Gauthier-Villars, éditeur. Paris.

Digitized by Google

Dans la même année (1840), Smée remplaça l'électrode de cuivre habituellement employée, par une lame de platine platiné.

Les idées qui l'ont conduit sont les suivantes; d'une part il s'était rendu compte que la nature de la surface de l'électrode a une grande importance et que l'hydrogène se dégage plus facilement d'une surface grenue que d'une surface polie; d'autre part il voulait mettre à profit la propriété du platine de donner une plus grande F. E. M. avec le zinc qu'aucun autre métal.

Il reconnut bientôt que l'argent platiné donnait les mêmes effets que le platine et sa pile se trouva définitivement arrêtée. L'opinion de M. Sprague, dans son excellent ouvrage (*Electricity, its Theory, Sources and Applications*), est que cette pile est un des engins les plus utiles de la science électrique.

Sa forme habituelle est la suivante; la feuille d'argent est entrée dans un trait de scie pratiqué dans une barre carrée de bois de 2 centimètres d'équarrissage; deux lames de zinc sont l'une devant, l'autre derrière la feuille d'argent et maintenues serrées par deux boutons à vis contre la baguette de bois. Cette baguette a été au préalable séchée et trempée dans la paraffine. Elle porte deux bornes soudées l'une à la feuille d'argent, l'autre aux deux lames de zinc.

Voici comment on procède pour le platinage de la feuille d'argent. On la met dans un vase de verre contenant un vase poreux; on les remplit à peu près tous deux d'eau acidulée. La feuille d'argent est dans la cellule extérieure, nne baguette de zinc plonge dans le vase poreux. En somme on constitue un élément dont le circuit peut être fermé en mettant le zinc au contact de l'argent; c'est aussi ce qu'on fait en ayant soin au début de l'opération, de faire à peine pénétrer le zinc dans la liqueur. On verse quelques gouttes de chlorure de platine dans le vase extérieur et on voit apparaître une couleur pâle sur l'argent. On ajoute du sel de platine et on augmente progressivement la surface plongée du zinc. On continue jusqu'à ce qu'une bonne couche noire soit sur toute la surface. Ce dépôt de platine s'enlève au moindre frottement; il ne faut donc toucher la feuille ainsi préparée que le moins possible.

Le chlorure de platine se prépare en dissolvant de petits fragments de ce métal dans l'eau régale (mélange de deux parties d'acide chlorhydrique et d'une partie d'acide nitrique). La dissolution se fait très lentement; et la meilleure manière d'opérer consiste, d'après M. Sprague, à le faire dans un ballon à long col qu'on peut même boucher en donnant issue aux gaz par un tube de sûreté; il faut chauffer légèrement.

M. Tyer a combiné une pile de Smée modifiée, qui est très généra-

Digitized by Google

lement employée pour les signaux électriques sur les chemins de fer anglais. Voici comment est fait cet élément. Dans le vase de verre on met des morceaux de zinc de forme quelconque et du mercure en quantité suffisante pour couvrir tout le fond et mettre en communication tous les morceaux de zinc. Au-dessus on verse de l'eau acidulée au vingtième, dans laquelle plonge verticalement une lame d'argent platinée. La communication avec le zinc et le mercure s'établit au moyen d'un fil de cuivre recouvert de gutta-percha, dont une extrémité terminée par une boule de zinc, plonge dans le mercure et est mise à l'abri de l'attaque par l'eau acidulée.

Cette pile a l'avantage de consommer des fragments de zinc qui sont très bon marché et de les utiliser jusqu'à la dernière parcelle, tandis que dans les piles ordinaires, il y a toujours une quantité notable de zinc perdu.

Enfin nous devons mentionner, avec les auteurs du livre dont nous rendons compte, la pile de Walker dans laquelle l'électrode négative est de charbon platiné. Elle est également très employée en Angleterre, notamment sur les lignes du South Eastern Railway.

A. N.

MACHINES ÉLECTRIQUES A COURANTS CONTINUS[1]

M. Niaudet a publié en 1875, une brochure sous ce titre *Machines magnéto-électriques Gramme*. Il en donne aujourd'hui une nouvelle édition beaucoup plus étendue (200 pages).

Nous extrayons de cet ouvrage un passage dans lequel l'auteur étudie les conditions du *Travail calorifique maximum d'une pile*. Cette discussion sert d'introduction dans l'ouvrage, à l'étude du travail maximum mécanique fourni par un moteur électrique animé par une pile ou par une autre machine.

L'auteur établit que le travail calorifique fourni par une pile dans le circuit extérieur est maximum quand la résistance du circuit extérieur est égale à celle de la pile. C'est ce qu'il appelle la règle des résistances égales, qu'on a si souvent mal comprise et mal appliquée. Cette règle est établie dans les deux cas qui se présentent :

1° Celui d'une pile donnée et d'un circuit variable;

2° Celui d'un circuit extérieur donné et d'une pile variable (par l'arrangement des éléments).

[1] J. Baudry, éditeur. Paris.

Digitized by Google

Les formules étant trouvées pour le *travail total* dépensé par la pile;

Travail utile (par définition) travail calorifique accompli dans le circuit extérieur;

L'*Intensité*;

Le *Rendement* ou coefficient économique; il les représente par des courbes rapportées à deux axes rectangulaires OX et OY.

« Travail total T $t = \frac{E^2}{\rho + R}$; c'est l'équation d'une hyperbole équi-
« latère dont les asymptotes sont — l'axe des X et un axe des YO'Y'
« tel que $00' = \rho$.

« Travail utile T$u = \frac{E^2 R}{\rho + R}$; c'est l'équation d'une courbe du 3e
« degré qui passe par l'origine, est asymptotique à l'axe des x et
« asymptotique à l'axe O'Y'.

« Intensité : $I = \frac{E}{\rho + R}$; c'est l'équation d'une hyperbole équilatère
« dont les axes sont les mêmes que ceux de la première.

« Rendement $= \frac{R}{\rho + R}$; c'est l'équation d'une hyperbole équilatère
« qui passe par l'origine et dont les asymptotes sont — un axe paral-
« lèle à l'axe des X tel que $00'' = 1$ — et l'axe O''Y'' dont il a été déjà
« question plus haut.

« L'examen de la figure montre que, quand $R = \rho$, le travail utile
« AS est moitié du travail total; le rendement est égal à $\frac{1}{2}$; l'inten-
« sité est moitié moindre qu'elle n'est pour $R = o$.

« Cette figure montre que : quand R tend vers l'infini, le travail
« total et le travail utile toujours moindre, tendent vers zéro; l'intensité
« tend également vers zéro; et le rendement tend vers son maximum
« qui est l'unité.

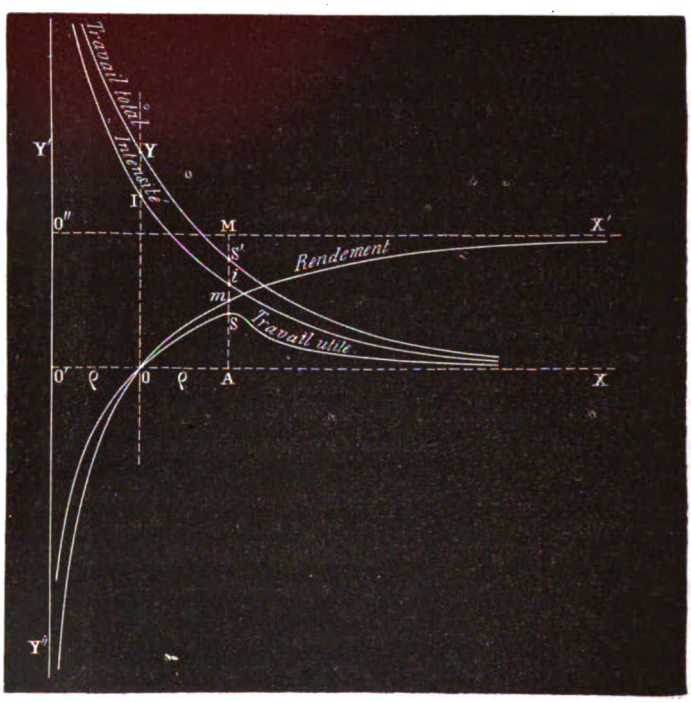
« On y voit que : pour $R = 0$, c'est-à-dire au cas où le circuit inter-
« polaire a cessé d'exister et où la résistance de la pile est devenue
« nulle, l'intensité est infinie, le travail total infini; ces deux points
« sont rigoureusement exacts et sont intéressants à trouver dans la
« discussion des formules, quoiqu'ils ne se rattachent au sujet
« que d'une manière un peu forcée. Le travail utile et le rendement
« tendent vers l'infini négatif; ces deux points n'ont pas de signi-
« fication physique.

« On y retrouve que : pour $R = 0$ le travail utile et le rendement
« sont nuls aussi; le travail total et l'intensité atteignent leurs
« maxima physiques. Ces deux dernières quantités croissent encore pour

Digitized by Google

« des valeurs négatives de R, mais cette partie des courbes est sans « relation avec le problème qui nous occupe.

« Enfin, et c'est à cela surtout que la figure est utile, elle fait « apercevoir clairement qu'à droite du travail maximum est la région « favorable dans laquelle le rendement augmente, l'intensité et le « travail total diminuent; tandis qu'à gauche du même point est la



« région défavorable, dans laquelle le rendement diminue, en même « temps que l'intensité et le travail total augmentent. C'est ici la con- « firmation ou, si l'on veut, l'illustration de la règle pratique que nous « avons donnée au paragraphe précédent.

« Si le circuit extérieur se compose, comme c'est généralement le « cas, d'un conducteur proprement dit et d'un appareil récepteur, le « travail utile est celui accompli dans cet appareil; dès lors le *maxi-* « *mum du travail utile* correspond au cas où *la résistance du récepteur* « sera *égale à la somme des résistances de la source et du conducteur.*

« C'est là proprement le cas et la pratique; on en trouve l'application « dans l'étude de l'éclairage à incandescence. P. R.

Digitized by Google

CORRESPONDANCE

—

GÉNÉRATEURS D'ÉLECTRICITÉ

DÉPENSE — PRODUIT — RENDEMENT

On dit généralement, lorsqu'on parle des piles, des machines dynamo ou magnéto-électriques et des autres, *générateurs d'électricité*. On dit que, par leur intermédiaire, *le travail chimique*, *le travail mécanique est transformé en électricité*.

Est-ce bien là l'expression du fait? Non.

Il y a dans cette affirmation une erreur qui s'entretient je ne sais comment ni pourquoi.

Fait-elle de l'eau la pompe qui élève de l'eau de la hauteur h à la hauteur H? Non.

Mais, évidemment, elle consomme du travail pour détruire un état d'équilibre et créer une différence de niveau, de potentiel si l'on veut, *une chute* qui peut, par un retour, convenablement opéré à son état primitif d'équilibre, restituer en partie le travail consommé pour la produire.

Fait-il de l'air l'appareil qui prend de l'air à une pression p et le porte par compression à la pression P?

Non, pas plus que la pompe ne fait de l'eau.

Comme pour la pompe lorsqu'il s'agissait de l'eau. Il est non moins évident qu'il n'y a pas de transformation. Il consomme du travail pour détruire un état d'équilibre de l'air et pour créer une pression différentielle $P - p$, *une chute* dont le retour, convenablement opéré, à son état d'équilibre primitif est capable de restituer utilement une partie du travail consommé.

La pile, les machines dynamo et magnéto-électriques et toutes les machines qui prennent le nom de *générateur d'électricité*, n'ont pas d'autres fonctions.

Elles ne font pas plus d'électricité que les machines ci-dessus ne font de l'eau et de l'air.

Elles détruisent un état d'équilibre électrique pour *créer une différence de tension, de potentiel* $T - t$, *une hauteur de chute voltaïque* dont le retour à l'état d'équilibre primitif, dans des conditions convenables, est capable de restituer en partie le travail consommé pour l'obtenir.

(Cette manière de voir sera bientôt confirmée, si elle ne l'est déjà,

Digitized by Google

par les savants travaux de M. Hughes, dont l'*Électricien* a publié les conclusions dans le numéro du 1er août 1881).

Que l'on considère l'eau, l'air ou l'électricité, élevés à une différence de potentiel donné, il faut, pour obtenir le travail de restitution un second appareil que, dans tous les cas, on appelle récepteur, appareil nécessairement lié au premier par un conducteur hydraulique pour l'eau, à air pour l'air, électrique pour l'électricité.

Il est donc bien visible qu'un circuit complet est composé de deux choses qui doivent être inséparablement liées pour obtenir la transmission d'un travail.

Quoique inséparablement réunis, ces deux appareils doivent être considérés individuellement.

On doit distinguer :

1° La partie qui dépense du travail ;

2° La partie qui restitue du travail.

Dans la première partie, la dépense est de deux sortes, elle se compose pour un circuit électrique :

a) D'une dépense *inutile* qui est due aux résistances passives mécaniques et électriques de la machine et aux inductions locales, toutes sans profit pour la circulation générale.

b) De la dépense *utile* qui est due à la production plus ou moins grande d'une hauteur de chute, différence de tension ou différence de potentiel $T - t$ que l'on désigne sous le nom de force électro-motrice dont l'unité s'appelle volt.

La dépense utile *commence, comme la force électro-motrice, au balai négatif* de la machine et *se termine au balai positif*. J'insiste beaucoup sur ces deux points qui sont les limites extrêmes du lieu où se fait la dépense.

Cette dépense utile a pour expression $\frac{EI}{9,80}$ *k. m. s.*, quelles que soient les résistances mécaniques, électriques et les autres causes de pertes.

E représente en volts la hauteur de chute $T - t$.

I représente en wébers l'intensité de la circulation.

La division de la dépense que nous venons de faire indique nettement au constructeur de machines que la construction mécanique, électrique et les résistances électriques doivent être disposées pour diminuer autant que possible les causes de la dépense inutile.

Dans la deuxième partie du circuit, celle qui produit le travail de restitution, *qui commence au balai positif* de la machine et *qui se termine au balai négatif* en passant par le récepteur, est de deux sortes :

Digitized by Google

a') Le *travail inutile* dû à la résistance électrique des fils de liaison des deux appareils, à l'échauffement des diverses pièces du récepteur et aux résistances mécaniques si le récepteur a des organes mécaniques dont le mouvement dépend de l'électricité.

b') Le *travail utile*, qui consiste dans la production de la chaleur, de la lumière entre deux points de circuit extérieur, d'un travail électro-chimique ou d'un travail électro-mécanique.

J'insiste encore sur les deux points qui sont les limites extrêmes du lieu où s'effectue le travail de restitution, inutile et utile.

Le travail total, inutile et utile, restitué a pour expression $\frac{EI}{9,80}$ *k. m. s.* c'est-à-dire qu'il est égal précisément au travail de dépense utile.

Et le travail utilement restitué a pour expression $\frac{E'I}{9,80}$ *k. m. s.* E' étant la réprésentation en volts de la hauteur de chute $T' - t'$ entre les deux points du circuit où s'effectue le travail utile et I, comme dessus, représentant l'intensité de la circulation.

La division du circuit complet, en deux parties, est des plus importantes. Il résultera, en effet, de la distinction de la partie qui dépense et de la partie qui produit les véritables éléments du calcul du rendement d'une machine.

Ainsi on aura :

1° Pour le travail total dépensé. . . . . $a + \frac{EI}{9,80}$ *k. m. s.* qu'on obtiendra par une mesure dynamométrique ;

2° Pour le travail dépensé utilement. . . . . $b = \frac{E'I}{9,80}$ *k. m. s.* qu'on obtiendra avec deux mesures galvanométriques.

Leur rapport $\frac{\textit{dépense utile}}{\textit{dépense brute}} = \frac{\frac{EI}{9,80}}{a) + \frac{EI}{9,80}}$ = rendement.

On aura d'autre part :

1° Pour le travail brut restitué $\frac{EI}{9,80}$;

2° Pour le travail utile restitué $\frac{E'I}{9,80}$,

qu'on obtiendra par une mesure galvanométrique.

Leur rapport $\frac{\textit{travail utile restitué}}{\textit{travail brut restitué}} = \frac{E'I \times 9,80}{EI \times 9,80}$ ou $\frac{E'}{E}$ sera l'expression exacte du rendement du récepteur par rapport au travail produit.

Digitized by Google

Et enfin le rapport $\frac{\textit{travail utile restitué}}{\textit{travail brut restitué}} = \frac{\frac{E'I}{9,80} k.\ m.\ s.}{a + \frac{EI}{9,80} k.\ m.\ s.}$ sera le rendement du récepteur par rapport au travail total dépensé.

La division du travail restitué en deux parties, indique clairement ce que la pratique doit rechercher : réduire, autant que la question d'économie le permettra, la résistance électrique du fil de liaison, disposer les pièces du récepteur pour éviter les échauffements inutiles et pour diminuer les résistances passives mécaniques pour que l'utilisation de la chute $T' - t'$ soit aussi approchée que possible du travail disponible aux balais de la machine.

EXEMPLE DE CALCUL.

Une machine Gramme, par exemple, dépense sur sa poulie, d'après mesure dynamométrique. . . . . 300 k. m. s.

Elle crée une chute de $T - t = 100$ volts. . . . . 100 volts.

Le fil de liaison qui doit avoir une longueur de 100^m a une grosseur convenable pour éviter tout échauffement.

L'intensité de la circulation a été trouvée égale à . . 27 webers.

Entre les deux points des crayons qui commencent à fournir de la lumière (le récepteur est une lampe) on a une chute $T' - t' =$ . . . . . 80 volts.

D'après ces chiffres, on a pour dépense totale. . . . . 300 k. m. s.

On a pour expression du travail disponible aux balais $\frac{100 \times 27}{9,80} =$ . . . . . 275 k. m. s.

On a pour expression du travail net rendu $\frac{80 \times 27}{9,80}$ . . . 230 k. m. s.

Rapport du travail disponible ou travail dépensé $\frac{275}{300} =$ 0,90

Rapport du travail net rendu au travail disponible $\frac{230}{275} =$ 0,83

Rapport du travail net rendu au travail total dépensé $\frac{230}{300} =$ 0,76

Cette manière d'interpréter le rendement d'après le produit net et la dépense brute est exacte autant que simple et conforme aux lois de la mécanique électrique.

Digitized by Google

On pourrait bien, je le sais, partir des résistances des diverses parties du circuit pour effectuer ces calculs, mais il faudrait que ces résistances soient constantes. Or, on sait bien que dans l'arc voltaïque, dans les moteurs électriques, dans les électrolytes, il y a une cause variable qui tend à fausser leurs mesures, *la force électro-motrice inverse.*

Il est plus simple, plus sûr, plus pratique de considérer les véritables éléments du travail : *hauteurs de chutes disponibles* et *quantité* dont on peut avoir, à chaque instant, les mesures exactes, par l'emploi de trois galvanomètres dont un à gros fil et les deux autres à fil fin.

A. Gravier.

Nous ferons une simple observation au sujet du mot *générateur d'électricité* et de la *transformation* du travail chimique ou mécanique en électricité. Un générateur électrique *produit* de l'électricité au même titre qu'un combustible *produit* de la chaleur. Chaque fois qu'il y a production d'électricité, il y a disparition d'une quantité équivalente d'énergie mécanique ou calorifique. Il est donc correct de dire que le travail se transforme en électricité. En réalité, travail, chaleur et électricité ne sont que des modes différents de l'énergie qui se transforment les uns dans les autres. E. H.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

—

L'éclairage électrique à Londres. — La paroisse de Saint Sauveur, l'une des paroisses importantes de Londres, ayant provoqué, des différentes Compagnies d'Éclairage Électrique établies dans cette capitale, des offres pour l'éclairage de Blackfriars Road, Southwark Bridge Road, Southwark Street et High Street, Borough, a reçu, de la Société Générale d'Électricité, une lettre exprimant l'opinion que 70 à 80 foyers seraient requis pour éclairer la portion susnommée et offrant d'effectuer cet éclairage au prix actuellement payé par le Métropolitan Board of Works pour l'éclairage du quai de la Tamise, c'est-à-dire quinze centimes par heure par un foyer, pourvu que le contrat ait une durée de dix années.

MM. Siemens Brothers offrirent d'entreprendre cet éclairage au moyen de 55 foyers pour une somme de 60 000 francs par an, la

Digitized by Google

paroisse prenant à sa charge les frais des tranchées nécessitées par la pose des fils.

L'Electric Light and Power Generator Company (Compagnie Lontin) a offert d'éclairer au prix de 20 centimes par heure, la paroisse payant l'installation qui coûterait 22 675 francs. La Compagnie Bruch a demandé un délai pour installer une usine centrale.

Le *Metropolitan Board of Works* et le *Congrès des Électriciens à Paris.* — Dans sa séance du 1er juillet, le Metropolitan Board of Works, sur la proposition de l'un de ses membres, a décidé que la question de savoir s'il était désirable que le Board soit représenté à ce Congrès, et, dans le cas où il serait décidé dans l'affirmative, quels seraient les arrangements à intervenir pour mettre à exécution cette décision, serait référée au Comité des Travaux et Entreprises Générales.

M. Gladstone et les fils téléphoniques. — Considérable émoi a été causé dans toute la gent municipale Britannique par l'opinion exprimée par le premier ministre, M. Gladstone, en réponse à une question à lui adressée par Sir H. Tylor dans la séance de la Chambre des Communes du 14 juillet, concernant les fils télégraphiques (ou plutôt les fils téléphoniques lesquels ont pris, au-dessus des maisons, la place des fils télégraphiques maintenant souterrains) placés au-dessus des maisons. M. Gladstone a répondu « que les autorités locales étaient les personnes réellement responsables et qu'il était de leur devoir de surveiller les arrangements qui pouvaient avoir rapport avec la sécurité des habitants et le trafic des rues. »

British Electric Light Company. — La troisième assemblée générale annuelle de cette Compagnie, l'une des plus anciennes Compagnies d'éclairage électrique de ce pays et la plus ancienne de celles actuellement en existence, a eu lieu le 13 courant et il est satisfaisant d'apprendre que cette Compagnie se trouve dans un état prospère, un dividende de dix pour cent ayant été distribué aux actionnaires et la dite Compagnie ayant acquis les droits d'exploitation de différents systèmes brevetés importants d'appareils d'éclairage électrique.

L'éclairage électrique à Édimbourg. — La Municipalité d'Édimbourg a décidé de consacrer dix mille francs en essais d'éclairage électrique. Le système Brush a été choisi.

La North British Railway a fait des arrangements pour que, pendant la durée de ces essais, sa grande station de Waverley, contiguë aux emplacements à éclairer, soit aussi éclairée électriquement.

J. A. Berly.

Digitized by Google

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

LES MESURES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Pendant toute la durée de l'Exposition, il va être souvent question de mesures géométriques physiques et électriques de toute nature, et plus spécialement de mesures françaises, anglaises et allemandes.

Nous croyons être utile à nos lecteurs en reproduisant ici les valeurs, en unités françaises, des unités de mesure actuellement en usage en Europe et en Amérique. Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'utilité de ces renseignements qui viennent à point pour compléter le *Guide du visitenr* que nous publions dans ce même numéro.

MESURES DE LONGUEUR

Inch, ou pouce anglais	=	2,54	centimètres.
Foot, ou pied anglais	=	30,48	—
Yard	=	91,44	—
Mile.	=	1609,33	mètres.
Nautical mile	=	1852,30	mètres.

MESURES DE SURFACE

Square inch, ou pouce carré	=	6,45	centimètres carrés.
Tquare foot, ou pied carré	=	929,01	—
Square yard.	=	8361,13	—

MESURES DE VOLUME

Cubic inch.	=	16,387	centimètres cubes.
Cubic foot.	=	28,316	décimètres cubes.
Cubic yard	=	764,535	
Pinte anglaise.	=	0,567	—
Gallon.	=	45,410	—

POIDS

Grain	=	64,799	milligrammes.
Ouncevoir dupois.	=	28,349	grammes.
Pound	=	453,590	—
Ton	=	1016,050	kilogrammes.

MESURES DE TRAVAIL

Foot-pound.	=	0,13825	kilogrammètre.
Cheval-vapeur.	=	75	kilogrammètres par seconde.
Horse-power (anglais). . . .	=	76	—

Le horse-power anglais, à très peu égal au cheval-vapeur français représente 550 foot-pounds par seconde ou 33000 foot-pounds par minute.

Digitized by Google

UNITÉS DE PRESSION

L'unité des ingénieurs est le kilogramme par centimètre carré. On compte aussi en centimètres de mercure ou en atmosphères. Une *atmosphère* de pression correspond à une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur ou à 1,033 kilogramme par centimètre carré.

En Angleterre on compte en *pound per square inch*, c'est-à-dire en livres par pied carré, ce qui représente 70,3 grammes par centimètre carré.

UNITÉS ÉLECTRIQUES

UNITÉS DE RÉSISTANCE

L'unité *pratique* de l'Association britannique est l'*ohm*.

On emploie encore souvent en France le kilomètre de fil télégraphique de quatre millimètres de diamètre, dont la valeur varie entre 9,26 et 9,76 ohms. On dit quelquefois *grosso modo* que le kilomètre vaut 10 ohms.

L'unité Siemens (US), employée en Allemagne vaut 0,9536 ohm.

UNITÉS DE FORCE ÉLECTRO-MOTRICE

L'unité de force électro-motrice de l'Association britannique est le *volt :*

1 élément Daniell . . . . . = 1,079 volt.
1 élément Latimer-Clark . . . . . = 1,457 volt.

UNITÉS D'INTENSITÉ

L'unité d'intensité de l'Association britannique est le *weber par seconde*. C'est l'intensité d'un courant qui traverse une résistance de un ohm avec une différence de potentiel de 1 volt aux extrémités.

1 courant de 1 weber d'intensité dispose 1,19 grammes de cuivre à l'heure, et il décompose en une seconde un poids d'eau égal à 0,09378 milligrammes. En Allemagne on emploie l'unité d'intensité :

$$\frac{\text{Daniell}}{\text{Unité Siemens.}} = 1{,}16 \text{ weber.}$$

L'unité allemande de courant : $\frac{\text{Daniell}}{\text{US}}$ dépose 1,38 grammes de cuivre par heure.

Telles sont les valeurs des principales unités employées aujourd'hui.

Nous espérons que ce résumé rapide évitera bien des ennuis et bien des recherches; nous souhaitons vivement que le Congrès rende bientôt ce travail inutile en unifiant les mesures et en les faisant adopter par tous les peuples qui s'intéressent à la science électrique. E. H.

Digitized by Google

FAITS DIVERS

—

Toutes nos félicitations à la Section belge de l'exposition d'électricité et à ses actifs commissaires. Parmi les nombreux systèmes d'éclairage électrique qui doivent illuminer la nef et les salles de l'exposition, ce sont les lampes de M. Jaspar, de Liége, qui ont fonctionné les premières le 2 août. Une machine à gaz du système Otto actionnait trois machines Gramme alimentant trois régulateurs Jaspar placés sur des poteaux de 9 mètres de hauteur.

—

Le catalogue officiel de la Section belge de l'exposition d'électricité renferme une notice très intéressante sur l'*Electricité en Belgique*, rédigée par M. J. Banneux, ingénieur en chef des télégraphes de l'État. A propos des applications de l'éclairage électrique, M. Banneux fait remarquer que la salle des télégraphistes de la gare du Nord à Bruxelles est la première de l'espèce qui ait vu fonctionner régulièrement cet éclairage installé depuis le 28 octobre 1879.

Cette remarque fort juste est accompagnée d'une citation piquante que nous croyons devoir reproduire :

« On lit dans l'*Engineer* du 26 mars 1880 : *Demande*. — Paraît-il probable » que ce mode d'éclairage public puisse être jamais d'un usage général?

« *Réponse*. — Aucunement : il peut très bien convenir dans les cas parti- » culiers, pour de grandes manufactures, par exemple : mais si nombreuses » et si graves sont les objections à son emploi général, et si grands seraient » les mécomptes de ceux qui l'essaieraient, que les personnes désintéressées et » celles qui ont l'expérience du système ne peuvent admettre même la possi- » bilité du succès dans une tentative faite pour l'appliquer d'une manière » générale ; l'accueil qui a été réservé à des projets de cette nature montre » combien aisément les Anglais s'en laissent imposer. »

« Ce langage est exactement celui que beaucoup tiennent sur la lumière » électrique. Or, on le trouve dans un ouvrage de chimie publié en 1810, et » il s'agit de l'éclairage au gaz de houille! »

Voilà une incrédulité à rapprocher de celle qui accueillit, à leur début, les chemins de fer et la télégraphie transatlantique.

—

L'inattendu et l'incompréhensible ne feront pas défaut à l'Exposition internationale d'électricité. Cette réflexion nous est inspirée par le catalogue général officiel sur lequel nous venons de jeter un coup d'œil.

Nous n'avons pu résister au désir de noter quelques-uns des noms bizarres que les inventeurs donnent à leurs appareils. Voici d'abord toute une série d'instruments dont le nom n'indique rien à l'esprit : le *Photostat-héliochrone*, l'*Anoculoscope* (sic), le *Brachytotype*, le *Psychrophos*, le *Pan-électro-magneticum*. L'économie domestique va s'enrichir des pendules électriques *Papilionomes*

Digitized by Google

et *Astéronomes*, du robinet électrique, des *étoffes électriques*, du *tue-mouche électrique* et du *maillet électro-magnétique pour remplir les dents* (!?). Citons encore au hasard l'*électro-phylloxéricide*, l'*odoroscope*, la *tondeuse électrique*, la *roue-vapeur*, et le *régulateur tubulaire à railway*.

Parmi ces nombreux appareils inconnus, il y en a de très sérieux et de très fantaisistes. Nous en avons pris note pour parler des uns et des autres suivant leur mérite.

—

Éclairage des grandes gares de chemins de fer à la lumière électrique. — La lumière électrique semble devoir présenter pour l'éclairage des grandes gares de tels avantages, qu'on en a fait déjà d'intéressantes applications tant à l'étranger qu'en France. Nous empruntons à ce sujet quelques données au *Bulletin de la société des ingénieurs architectes de Vienne* (Autriche), et aux *Annales des travaux publics*.

En Allemagne, la gare de l'Est, à Berlin, longue halle de 188 mètres sur 35, est, depuis le mois de septembre 1879, éclairée par 14 foyers, qui sont placés à 7 mètres au-dessus des quais, et qu'alimente une locomobile de 10 chevaux-vapeur.

C'est la maison Siemens qui s'est chargée de fournir cet éclairage à raison de 7 f. 22 par heure ou de 0 f. 658 par heure et par bec.

La nouvelle gare d'Anhalt, à Berlin, a 250 mètres de longueur sur 62 m. 50 de largeur et 29 mètres de hauteur. Elle est éclairée par 20 lampes, qui sont suspendues à 6 m. 50 au-dessus du quai, et dont chacune correspond à une surface de 390 mètres carrés. Les frais de premier établissement, non compris les machines, se sont élevés à 33,324 fr.

A Dusseldorf, on éclaire à l'électricité le vestibule et l'entrée de la gare et un quai de 150 mètres de largeur. La dépense par heure et par bec ressort à 0 f. 311.

A Munich la gare en construction sera éclairée par 45 becs repartis en 9 circuits de chacun 5 becs, et alimentés par 4 moteurs à gaz.

En France, l'éclairage électrique est appliqué depuis 1875 par la Compagnie du Nord, et depuis 1877 par celle de Lyon.

Le travail de nuit qui s'exécute à la gare de la Chapelle est très important, et sa durée arrive jusqu'à quinze et seize heures en hiver. Pour remédier à l'insuffisance de l'éclairage au gaz, et améliorer le rendement du travail qui, de 450 kilogr. par homme et par heure le jour, tombait la nuit à 350 kilogr. la Compagnie du Nord s'est décidée, en 1875, à essayer l'éclairage électrique. L'installation se composait de 5 machines dynamo-électriques, système Gramme, du type de 100 becs carcel, consommant en moyenne 2,5 chevaux-vapeur, et coûtant 1 500 fr. l'une.

On a constaté que, dans les conditions où l'on a établi les lampes, chacune d'elles, placée à 6 ou 7 mètres de hauteur, produit, dans un rayon de 60 mètres au moins; un éclairage suffisant pour effectuer rapidement et sûrement la manœuvre des wagons.

Chacune des quatre lampes en service pendant dix heures en moyenne

Digitized by Google

revient à 0 f. 556 par heure. Si l'on tient compte de l'intérêt et de l'amortissement, ce prix ressort à 0 f. 80 c'est-à-dire au prix de 22 becs à gaz, brûlant 120 litres à l'heure au tarif actuel de 0 f. 30 par mètre cube.

Quant à la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée, après des essais satisfaisants faits pendant quarante-cinq jours en 1877, à la gare de Paris, elle a adopté les appareils de la Société Loutin, pour éclairer dans cette gare la halle des messageries de grande vitesse.

L'installation, qui comporte 18 foyers, a coûté 47 000 fr., dont l'intérêt et l'amortissement à 10 pour 100, réparti sur une durée annuelle de quatre mille heures d'éclairage environ, correspond à 0 f. 051 par bec et par heure. Les frais d'exploitation sont de 0 f. 295, de sorte que la dépense totale s'élève, par bec et par heure, à 0 f. 346, soit à celle d'environ 10 becs ordinaires à gaz.

La même Compagnie a adopté l'éclairage électrique pour la halle à voyageurs de la gare de Marseille, et va l'étendre à celle de la gare de Paris.

Enfin, citons encore l'éclairage de la salle des Pas-Perdus, de la gare Saint-Lazare, qui, au cours des essais dont il a été l'objet, est revenu à 0 f. 65 par bec et par heure (*Bulletin du ministère des travaux publics*).

—

Notre confrère l'*Électricité* (de Paris), rendant compte, dans son numéro du 23 juillet, des expériences faites récemment par M. Mascart pour vérifier les chiffres de Weber relativement aux décompositions électro-chimiques, explique en ces termes les résultats trouvés par le savant professeur :

« On sait qu'en employant un courant dont l'*intensité* est de 96 webers, on » décompose par seconde un poids de 9 milligrammes d'eau acidulée, de » manière que sa *résistance* soit précisément égale à celle de cent mètres de » fil télégraphique. Si on veut se faire une idée grossière de cette *force* » *électro-motrice*, on peut dire qu'elle est donnée par une batterie de cent » éléments Daniell. »

L'*Électricien*, qui ne recule devant aucun sacrifice, donnera une récompense honnête à celui qui pourra bien lui expliquer comment une intensité peut avoir une résistance égale à une force électro-motrice. L'auteur de l'article précité peut concourir.

Trève de plaisanterie. Il est profondément regrettable que notre confrère l'*Électricité* (de Paris), si disposé à traiter certains travaux étrangers de dévergondages intellectuels et d'excentricités scientifiques n'ait pas plus à cœur de comprendre et surtout de faire comprendre aux autres les recherches et les études dont il prétend rendre compte.

Nous plaignons très sincèrement les nouveaux venus dans la carrière électrique qui n'ont, pour se guider, que les singulières idées de l'*Électricité* (de Paris) sur les unités électriques. On s'en rebuterait à moins.

—

Les futurs travaux du *Congrès international des Électriciens* nous paraissent gravement compromis dans leur origine, si l'on en juge par un article publié dans le journal *Les Mondes* du 28 juillet 1881.

Digitized by Google

C'est l'abbé F. Moigno qui, dans la *Chronique archéologique*, à propos de la Grande-Pyramide, la parallaxe du soleil, et le système métrique, nous inspire des inquiétudes aussi vives.

Lisez d'ailleurs et jugez :

« M. Charles Latimer, que nous avons déjà présenté à nos lecteurs comme » le plus redoutable adversaire du système métrique, est aujourd'hui » enthousiasmé des progrès inespérés que fait chaque jour, au sein des classes » laborieuses, son opposition à l'adoption du mètre français, si tristement » inventé. En maintenant, dit-il, les traditions des temps patriarchaux et de » la saine science, je suis toujours en lutte avec quelques professeurs engoués » du mètre français; mais j'ai la parfaite confiance qu'avant quelques années » le mètre sera rejeté même par la grande cité qui l'a vu naître, par Paris » lui-même. M. Latimer ne se trompe pas; et le système, rendu décimal, de » la coudée de la Grande-Pyramide, rigoureusement égale à la coudée révélée » de Moïse, égale à la coudée de Salomon, égale à la dix-millionième partie » du demi-axe polaire de la terre, deviendra le système universel, comme il » l'était au fond chez toutes les nations — *F. Moigno.* »

Ainsi, pendant que toutes les nations travaillent à l'unification des poids et mesures en adoptant le mètre international, M. Charles Latimer (?) est enthousiasmé des progrès que fait son opposition à l'adoption du mètre français, *si tristement inventé* (sic), et veut nous ramener à la coudée de la Grande-Pyramide, rigoureusement égale à la coudée révélée de Moïse, dans un système rendu décimal, sans doute pour faire quelques concessions à l'esprit moderne.

Que va devenir le C. G. S. système d'unités de mesures géométriques et physiques, en présence de la révolution formidable et inattendue préparée par M. Charles Latimer (?) et que nous annonce aujourd'hui la chronique archéologique de M. l'abbé Moigno?

On frémit rien que d'y songer!

—

Jeudi 11 août, premier jour des entrées payantes à 1 franc, la recette s'est élevée à 4123 francs, et il a été vendu plus de 2000 catalogues. On voit, par ces chiffres, que l'Exposition s'annonce comme un vrai succès qui sera encore accru lorsqu'elle ouvrira le soir de huit heures à onze heures, c'est-à-dire dans quelques jours.

Les directeurs :
N. DE KABATH — G. MASSON

Le gérant : G. MASSON

3982. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris

Digitized by Google

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ

LE MUSÉE RÉTROSPECTIF

Les vitrines des salles réservées au musée rétrospectif de l'Exposition d'électricité sont actuellement à peu près entièrement remplies d'objets historiques d'un puissant intérêt. L'examen de ce musée est digne d'une grande attention et le visiteur de l'Exposition devrait tout d'abord y consacrer quelques heures; il se préparerait ainsi à voir avec fruit les résultats les plus récents de la science moderne, en jetant les yeux en arrière sur les découvertes qui y conduisent pas à pas.

Le nombre des appareils exposés est considérable, et quoique nous voulions nous borner à une description sommaire, il nous sera impossible de tout décrire en une seule notice. Nous commencerons d'abord aujourd'hui par l'Italie.

Le savant et sympathique organisateur du musée italien, M. Govi, a bien voulu nous montrer lui-même les véritables reliques scientifiques, qui nous viennent du lycée de Côme et de l'Université de Pavie. Nous les avons considérées non sans respect et sans émotion, et nous recommandons à nos lecteurs d'aller les voir.

Voici d'abord un petit aimant naturel, de forme élégante; il a été construit par Galilée en 1607. Le père de l'astronomie moderne donne dans ses lettres la description de cet aimant qui appartenait au duc de Toscane. Cet aimant servait à soulever plus tard une pièce de fer représentant un sarcophage, mais cette dernière pièce, quoique très curieuse, est plus récente et date du dix-septième siècle. A côté de ces objets on voit un autre aimant ayant appartenu à la célèbre Académie del Cimento, la première académie scientifique de l'Europe, qui a donné l'idée de la création de notre Académie des sciences.

Digitized by Google

Nous passons en revue dans la même vitrine les appareils de Volta; voici des électrophores construits par le grand physicien, des condensateurs divers, formés par des disques de bois recouverts d'étain, un tissu de soie servant d'isolant. Il en est un formé d'un simple disque de marbre avec un plateau mobile supérieur. Voici le pistolet de Volta pour l'expérience devenue classique de l'inflammation d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène par l'étincelle électrique. L'appareil de Volta offre ceci de particulier qu'il est en verre très épais et qu'il a la forme d'un véritable pistolet. Voici la canne de Volta : la poignée se dévisse, on en retire une longue pointe métallique qu'on adapte à son extrémité; la pointe est mise en relation, à l'aide de deux fils d'or, avec un électromètre à paille que l'on tient à la main, et voilà le moyen pratique de rendre manifeste, tout en se promenant, la présence de l'électricité atmosphérique. Voici enfin la première pile à colonne de Volta, et à côté d'elle la première pile à couronne. Inclinons-nous devant ces œuvres d'un grand génie. Ce sont de ces deux objets, bien humbles d'apparence, qu'est sortie l'exposition d'électricité tout entière.

Nous n'avons pas terminé l'énumération des appareils de Volta : nous mentionnerons encore un électromètre de machine électrique gradué par Volta, un condensateur muni de deux électromètres gradués. Ce condensateur couvert d'une belle cire rouge n'est autre que l'appareil improprement appelé dans les traités condensateur d'Œpinus. Nous citerons encore un très curieux appareil de Volta : c'est un briquet à hydrogène ; le gaz produit dans l'appareil même s'allume au moyen de l'étincelle d'un petit électrophore. Ce système intéressant a été mis en circulation dans la pratique; il était précieux à une époque où les allumettes chimiques n'existaient pas. A côté de cet appareil est l'eudiomètre qui a servi à Volta dans ses expériences sur la composition de l'air.

Après cette série d'appareils de Volta, nous jetons les yeux sur les photographies d'appareils et d'autographes du même physicien. Ces photographies reproduisent la collection des objets qui ont personnellement appartenu à Volta et qui sont actuellement réunis à l'Institut de Milan. Voici la liste des autographes :

Digitized by Google

Lettre de l'abbé Nollet à Volta, du 16 septembre 1767.

Lettre de Volta sur l'électricité de la torpille, adressée à madame de Nanteuil en 1762.

Lettre de Volta sur la grêle. Pièce très curieuse dans laquelle il donne sa fameuse théorie des grêlons dansant entre deux nuages.

Fragment du mémoire de Volta à Banks, président de la *Société royale de Londres*, dans laquelle il expose la découverte de la pile électrique.

Autre lettre de Volta dans laquelle il donne l'idée de la transmission télégraphique de l'électricité statique à distance. Une étincelle qui jaillit à l'extrémité du fil de ligne doit faire partir un pistolet de Volta, employé comme récepteur. M. Govi a démontré que plusieurs années auparavant Franklin avait déjà proposé de faire éclater au loin par l'intermédiaire d'un fil conducteur des étincelles électriques qui auraient produit comme signal l'inflammation de l'alcool. Franklin avait même proposé de faire un dîner électrique où il aurait produit à distance l'inflammation des combustibles destinés à la cuisson des viandes.

Après Volta, arrivons aux appareils de Zamboni. Il en est deux qui méritent de fixer l'attention. C'est d'abord la première pile sèche du 15 juillet 1812, puis un singulier appareil de mouvement perpétuel, formé de deux colonnes contenant les piles sèches au milieu desquelles oscille un pendule. Cet appareil aurait, paraît-il, fonctionné pendant plus de trente années.

Après Zamboni nous passons en revue les appareils bien intéressants de Nobili ; les premiers éléments thermo-électriques, il en est plusieurs de formes très-variées ; un appareil pour comparer la diffraction de la chaleur obscure avec celle de la lumière; le premier galvanomètre à aiguille astatique ; un magnétomètre à aiguille astatique, appareils très sensibles, un corps très faiblement magnétique produit une déviation notable de leur aiguille.

Nous appellerons tout particulièrement l'attention sur les expériences de métallochromie de Nobili.

On voit exposée une série de plaques métalliques dont la surface est recouverte de rosaces géométriques colorées, d'un très joli aspect. Voici comment opérait Nobili pour les produire :

Digitized by Google

il recouvrait une plaque métallique polie de plombate de potasse ou d'acétate de plomb, la plaque métallique était mise en relation avec le pôle positif d'une pile, une pointe conductrice communiquant avec le pôle négatif était présentée devant la plaque à une certaine distance, et à certaines places elle y produisait des irisations dont la couleur dépendait de la durée de l'action. On comprend en effet que dans ces conditions le sel métallique est réduit et qu'il se dépose de l'oxyde de plomb en couches minces donnant lieu aux irisations.

Nous avons remarqué parmi les autres appareils de Nobili un curieux petit nécessaire électrique pour les écoles, on y voit tous les instruments propres à répéter les expériences d'Ampère sur l'électro-dynamique ; on y trouve même un joli petit pantin les bras tendus, qui servait aux démonstrations de l'*homme d'Ampère*. A côté du petit nécessaire est exposé, dans la même vitrine, le premier aimant au moyen duquel on a obtenu l'étincelle électrique après la mémorable expérience de Faraday. Cet appareil fonctionne encore. Au-dessus, on remarque les piles de Nobili construites pour les expériences de Melloni, et un grand globe ayant servi à démontrer expérimentalement la distribution de l'électricité à la surface de la terre.

Les appareils anciens de Stefano Marianini ne sont pas moins curieux que ceux de Nobili; ils sont peut-être moins connus encore. Marianini avait repris les expériences de métallochromie, mais il y avait introduit des perfectionnements notables. Il se servait de plaques métalliques recouvertes de vernis, et les résultats qu'il obtenait étaient tout à fait remarquables. On peut s'en assurer par les échantillons exposés dans la vitrine; ils figurent des rosaces, des dessins divers et même des personnages. Les autres appareils de Marianini sont les suivants :

Un galvanomètre pour remplacer la boussole des sinus, un rhéélectromètre, premier appareil qui ait permis de faire dévier l'aiguille aimantée avec la décharge de l'électricité de tension; des barreaux ayant servi aux expériences remarquables que l'ancien physicien italien qualifiait du nom de *magnétisme dissimulé*. Ce sont des barreaux aimantés de la grandeur d'un crayon ordinaire, dont le magnétisme peut être dissimulé par la friction d'un autre barreau plus petit. Il suffit de frapper le premier bar-

Digitized by Google

reau à l'aide d'un marteau, de le laisser tomber par terre, de le soumettre en un mot à un ébranlement moléculaire pour que la propriété magnétique reparaisse.

L'électrographie de Marianini offre aussi un grand intérêt. On voit exposés dans la vitrine des papiers où apparaissent en lettres d'or quelques mots fort bien imprimés : MARIANINI, ÉLECTROGRAPHIE. Cette impression a été obtenue par l'électricité et voici comment :

Sur une plaque métallique vernie, on enlève le vernis à l'endroit où l'on veut que l'impression ait lieu. On couvre la plaque de feuilles de papier superposées imbibées d'acide chlorhydrique, au-dessus desquelles on place une feuille d'or ; cette feuille d'or est mise en communication avec le pôle positif d'une pile, tandis que la plaque métallique inférieure est en relation avec le pôle négatif. L'or se dissout à la faveur du chlore de l'acide chlorhydrique et s'imprime sur les surfaces du papier correspondant aux parties mises à nu de la plaque métallique. Le dernier appareil que nous aurons à signaler de Marianini est une petite batterie de Leyde avec les armures en argent et en zinc servant à démontrer, d'après l'ancien physicien, le principe de Volta sur le contact des métaux.

On trouve dans les vitrines du musée retrospectif italien quelques appareils de Jordano, notamment un sphéromètre et un instrument pour la recherche de la conductibilité thermique des cristaux à l'aide d'un élément termo-électrique. On remarque encore le doubleur d'électricité de Joseph Belli, professeur à Pavie, système très remarquable que l'on pourrait en quelque sorte considérer comme l'origine lointaine de la machine de Holtz ; on voit en outre l'appareil à l'aide duquel Matteucci a déterminé la distribution des courants dans le disque de cuivre de l'appareil d'Arago pour le magnétisme de rotation, le télégraphe électrique de Magrini, construit en 1837 après les admirables et fécondes découvertes d'Ampère ; enfin, la belle pile thermo-électrique de 120 éléments, à l'aide de laquelle Botto est parvenu à décomposer l'eau en 1832. Les éléments étaient chauffés par une lampe à alcool oblongue.

L'exposition retrospective italienne se complète par deux beaux bustes, celui de Galvani, fait en cuivre par les procédés

Digitized by Google

galvanoplastiques et que l'on dit très ressemblant, celui de Volta, en marbre blanc. GASTON TISSANDIER.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
A L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ

C'est seulement depuis le 27 août que l'exposition est ouverte le soir et que tous les éclairages fonctionnent d'une façon régulière. Nous sommes donc obligé de remettre au prochain numéro notre appréciation sur l'effet général et celui de chaque système en particulier.

Nous nous proposons seulement aujourd'hui de classer méthodiquement les systèmes, pour en faciliter l'étude, sans rien vouloir préjuger de la valeur de chacun d'eux. Cette classification nous paraît d'autant plus nécessaire que, dans toutes celles qui ont été faites jusqu'ici, on a pris pour base des caractères qui, au point de vue du fonctionnement de l'appareil, sont d'un ordre absolument secondaire. Il est vrai que, lorsque ces classifications ont été faites, on ne pouvait étudier d'aussi près la structure intime de chaque appareil : aujourd'hui que les inventions se multiplient, on est obligé de *disséquer* en quelque sorte chacune d'elles pour trouver en quoi elle diffère de celles qui l'ont précédée.

Tous les appareils qui transforment l'énergie électrique en lumière se divisent en deux grandes classes :

1° *Arc voltaïque;*

2° *Incandescence.*

Cette grande division établie et admise de tout temps n'est cependant pas rigoureusement exacte, car il se place entre l'arc voltaïque et l'incandescence quelques systèmes qui tiennent à la fois de l'un et de l'autre.

ARC VOLTAIQUE.

Les appareils à arc voltaïque sont de deux genres :

A. Charbons placés *dans le prolongement* l'un de l'autre : ce sont les *lampes* ou *régulateurs.*

Digitized by Google

B. Charbons placés *parallèlement* l'un à l'autre : ce sont les *bougies*.

Nous allons les examiner successivement.

A. — Régulateurs.

Le nom de régulateur s'applique à tout système dans lequel un mécanisme plus ou moins compliqué maintient l'écartement des charbons à sa valeur normale. On pourrait établir une division entre les régulateurs alimentés par des courants continus et ceux alimentés par des courants alternatifs. C'est là un caractère relativement secondaire, et il vaut mieux s'adresser encore à la lumière elle-même pour établir une subdivision.

Un caractère important qui établit une division nette consiste à tenir compte du nombre de foyers alimentés par une machine *sur un seul circuit*.

On distinguera donc :

a. Les régulateurs à arc voltaïque *monophotes*, c'est-à-dire ceux qui ne permettent de placer sur le circuit qu'*un seul* appareil ;

b. Les régulateurs *polyphotes*, ou, comme on les désigne souvent, les *régulateurs à division* avec lesquels on peut placer 2, 3, 4..... *n* foyers sur un même circuit. Nous ferons remarquer en passant que les régulateurs à division peuvent fonctionner comme monophotes, en ne plaçant qu'un seul appareil sur une source électrique de puissance appropriée, mais que la réciproque n'est pas vraie; les régulateurs monophotes fonctionnent mal ou ne fonctionnent pas lorsqu'on en dispose plusieurs sur un même circuit. Nous allons en dire la raison en quelques mots.

a. Régulateurs monophotes. — Dans tous les appareils monophotes, le réglage du courant se fait par l'*intensité*. C'est là la caractéristique de ces appareils.

Le courant venant de la source traverse un électro-aimant et l'arc voltaïque. S'il s'affaiblit, l'électro-aimant s'affaiblit et laisse rapprocher les charbons ; s'il augmente, l'électro-aimant augmente l'écart.

On conçoit maintenant qu'un système fondé sur ce principe ne puisse fonctionner lorsqu'on place plusieurs de ces appareils en

Digitized by Google

circuit. Supposons, pour fixer les idées, qu'on en place *deux* seulement en circuit, réglés pour une intensité de 25 webers. L'écartement normal des charbons devra être par exemple de 3 millimètres, mais il arrivera, au bout de peu de temps, que l'un des arcs n'aura plus que 2 millimètres de longueur, tandis que l'autre en aura 4; l'intensité du courant sera toujours de 25 webers. Les appareils seront solidaires au lieu d'être indépendants, et la lumière produite par chacun d'eux sera donc à chaque instant très inégale. Nous verrons tout à l'heure comment on remédie à cet inconvénient. Ces régulateurs conviennent surtout aux puissants foyers, tels que ceux employés dans les phares, les projecteurs. On s'en sert aussi dans les éclairages à la pile, pour les théâtres et les projections, pour des éclairages peu importants et dans plusieurs usines qui n'ont besoin que d'un seul foyer ou qui, ayant des installations déjà un peu anciennes, emploient un générateur électrique par foyer. Pour l'éclairage des usines et des ateliers, là où l'on a besoin d'un nombre plus ou moins grand de foyers, la tendance actuelle est de simplifier l'installation en se servant de machines plus puissantes et de régulateurs à division.

Il existe à l'Exposition un grand nombre de régulateurs *monophotes*. Les uns se servent de ressorts moteurs, comme ceux de Foucault et de M. Duboscq; dans d'autres, le porte-charbon positif sert de moteur en agissant par son propre poids, comme dans les lampes Serrin, Siemens, Maxim, Jaspar, Crompton, Carré, Cance, Chertemps, Burgin, etc.

Le réglage s'effectue par un électro-aimant ou un solénoïde, les courants qui alimentent ces régulateurs sont continus ou alternatifs, mais le caractère général, distinctif, c'est que l'écart ou le rapprochement des charbons se produit par les variations de l'*intensité* du courant.

b. Régulateurs polyphotes ou a division. — Tous les appareils à division renferment des dispositions spéciales pour assurer l'indépendance du fonctionnement de chaque foyer. On peut les subdiviser en trois classes distinctes :

α. *Régulateurs différentiels;*

β. *Régulateurs à dérivation;*

γ. *Régulateurs à écart fixe.*

Digitized by Google

Nous allons dire quelques mots des principes qui distinguent ces appareils sans nous inquiéter ni de la priorité des inventions, ni de leur ordre historique.

α. *Régulateurs différentiels.* Le réglage de l'arc est ici produit par l'action différentielle du courant général qui produit l'arc voltaïque et d'une dérivation très résistante établie entre les deux charbons : leur écart dépend donc à la fois de l'intensité du courant et de la différence des potentiels à la base des deux charbons, et l'équilibre s'établit pour chaque lampe lorsque l'intensité et la différence de potentiels ont atteint la valeur qui convient à un bon fonctionnement.

Dans la lampe différentielle de Siemens, ce sont deux splénoïdes qui agissent sur une même tige ; dans les lampes Brush et Weston, il n'y a qu'un seul électro-aimant, mais il est roulé avec deux fils, dont l'action est inverse. Citons encore comme appareils différentiels les lampes Tchikoloff, Shuckert, Crompton, Gravier et Berjot.

β. *Régulateurs à dérivation.* Dans ces appareils, qu'il ne faut pas confondre avec les régulateurs différentiels, le réglage de l'arc ne se fait plus par les variations de l'intensité du courant général, mais seulement par les variations des différences de potentiel aux bornes de la lampe. Il n'y a qu'un seul électro-aimant de réglage à fil fin et en *dérivation.* Si quelques-uns d'entre eux, le régulateur Gramme, par exemple, portent un second électro-aimant dans lequel circule le courant général, ce second électro-aimant sert seulement à produire l'écart des charbons *au moment de l'allumage*, mais il ne sert en aucune façon au *réglage.*

Ces appareils présentent l'avantage de fonctionner avec des courants d'intensités très différentes, puisque, par leur principe, l'intensité ne joue aucun rôle dans le réglage.

Il s'établit sur ce point une confusion regrettable qu'il importe de faire cesser.

Parmi les régulateurs à dérivation les plus importants figurent ceux de MM. Gramme et Crompton alimentés par des courants continus, et ceux de MM. de Mersanne, Gérard, Lontin, alimentés par des courants alternatifs.

γ. *Régulateurs à écart fixe.* On peut rapporter à cette classe

Digitized by Google

les lampes Rapieff, qui ne fonctionnent pas à l'Exposition, et les lampes Brockie, qui éclairent une partie de la section anglaise. Dans la lampe Brockie le réajustage de la distance des charbons s'effectue automatiquement chaque minute ou chaque demi-minute.

B. — Bougies.

Dans toutes les bougies, les charbons sont placés parallèlement l'un à l'autre, et comme ils doivent s'user également, on les alimente par des courants alternatifs.

Il faut distinguer : 1° les bougies *avec colombin*, dont un seul type fonctionne à l'Exposition : c'est la *bougie Jablochkoff* ; 2° les bougies *sans colombin* réprésentées par les appareils de MM. Wilde, Jamin et Debrun ; ces trois derniers systèmes sont munis d'un allumage et réallumage automatique. Celle de M. Jamin est caractérisée par le cadre directeur. Toutes les bougies sont des appareils *à écart fixe*, c'est-à-dire que la distance des charbons n'est pas influencée par les variations de la circulation électrique. Les bougies sans colombin appartiennent à l'arc voltaïque pur, les bougies Jablochkoff présentent à la fois les caractères de l'arc et de l'incandescence.

Avant de passer à l'éclairage par incandescence, nous devons signaler, comme appareil intermédiaire, la lampe de MM. Clerc et Bureau, plus connue sous le nom de *Lampe-soleil*, qui tient à la fois de la bougie par la position de ses deux charbons presque parallèles, et de l'incandescence par la nature de sa lumière produite par un bloc de chaux élevé à une très haute température et rendu incandescent par le passage du courant à travers l'arc voltaïque qui s'établit entre les deux charbons en venant lécher sa surface. Les bougies, comme les lampes-soleil, permettent de placer un certain nombre d'appareils sur un même circuit ; on pourrait donc aussi les considérer comme une quatrième classe des appareils de lumière électrique *à division*.

INCANDESCENCE

Les systèmes à incandescence sont beaucoup moins nombreux que les systèmes à arc voltaïque ; aussi leur classification est-elle moins complexe. On les divise en :

Digitized by Google

1° Lampes à incandescence avec combustion ;

2° Lampes à incandescence pure.

Les *lampes à incandescence avec combustion* sont représentées à l'Exposition par les appareils Reynier, Werdermann (dispositif Napoli), Joel et Tommasi. Elles se composent toutes d'un crayon de charbon s'appuyant légèrement sur un bloc en charbon ou métallique, et produisant ainsi un contact *imparfait*.

L'*incandescence pure* est représentée par quatre systèmes : Edison, Maxim, Swan et Lane-Fox. Toutes ces lampes sont à incandescence de charbon ; ce charbon est formé d'un filament très fin placé dans le vide ou une atmosphère très raréfiée de gaz inerte ou revivifiant.

La nature du courant est à peu près indifférente aux lampes à incandescence. Elles fonctionnent avec des courants continus ou des courants alternatifs. Les lampes à incandescence avec combustion demandent un grand *volume* de courant, et se montent en *tension* tandis que les appareils à incandescence pure demandent un petit volume et se montent généralement en *quantité*.

C'est aussi à l'incandescence pure qu'il faut rapporter les kaolins de M. Jablochkoff, les polyscopes à fil de platine de M. Trouvé et les tubes de Geissler ; mais ce ne sont plus là, à proprement parler, des appareils d'éclairage électrique, mais seulement des objets d'études et d'expériences.

Tels sont les caractères généraux des systèmes d'éclairage en fonction au palais de l'Industrie. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de les passer en revue et de les décrire en détail en signalant les derniers perfectionnements qui leur ont été apportés.

Si quelques noms ont été oubliés, nous devons dire que d'autres ont été omis à dessein. Il nous a été impossible par exemple de classer à sa place la *lampe à arc voltaïque solide* (sic) de MM. Pilleux et Quesnot, le *régulateur tubulaire à railway* de M. Dandigny, et quelques autres lampes plus ou moins perpétuelles qui ornent les vitrines de certains inventeurs. Telle qu'elle est, notre classification est suffisamment complète et montre par quelle multitude de moyens on transforme aujourd'hui l'énergie électrique en lumière.

E. Hospitalier.

Digitized by Google

LE SIPHON-RECORDER

DE SIR W. THOMSON

TROISIÈME ARTICLE [1]

Liaisons électriques du système. — Voici maintenant quelles sont les connexions électriques de l'appareil. Nous avons déjà décrit celles du moulin. Le champ magnétique intense dans lequel se meut la bobine est produit par le courant d'une pile locale de huit grands éléments d'une pile à auge qui parcourt deux puissants électro-aimants (fig. 14).

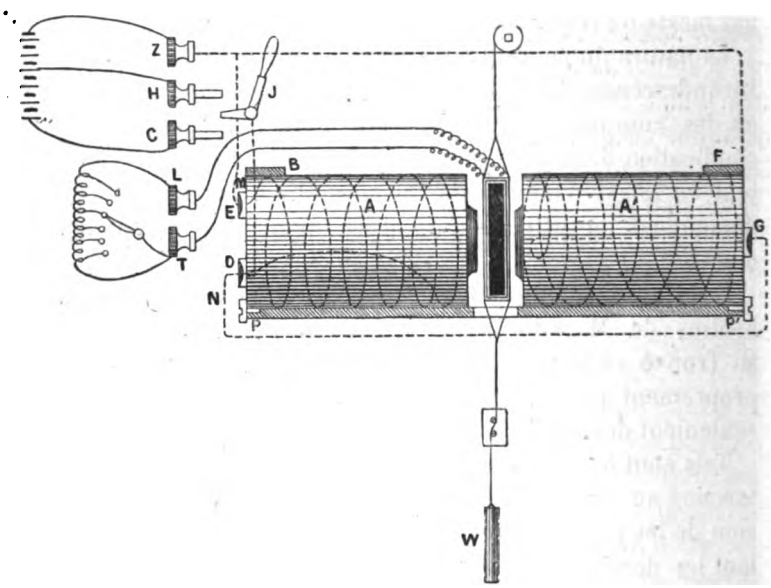


Fig. 14.

Le pôle zinc de cette pile arrive en Z, le pôle cuivre en C. et la borne H est rattachée au milieu de la pile. La manette J permet d'interrompre le courant de la pile locale ou bien de l'utiliser en entier ou par moitié. Les bornes E et D permettent de laisser passer la moitié du courant local dans un électro-aimant, l'autre moitié dans l'autre, ou le courant entier par les deux électro-aimants ou seulement par l'un ou l'autre. Supposons le levier J en communication avec la borne E et les

[1] Voy. l'*Électricien*, n° 7, 15 juillet, n° 8, 1er août 1881.

Digitized by Google

autres communications disposées suivant la figure ; le courant passe alors de C par BD, là il se bifurque, et trouvant sur les deux routes des résistances égales, la moitié du courant traverse A et revient par E à l'autre pôle de la pile en Z, l'autre moitié passe de D à G, traverse A′ et retourne par F à la pile en Z. Si le commutateur M est éloigné du contact E et que N lui soit substitué, le courant entier passera de D autour de A, puis à E, de là à G autour de A′, puis reviendra par F à Z. Si M est mis en communication avec E et que N soit en même temps éloigné de D, le courant entier ne passe que par l'électro-aimant A. Si N est en communication avec D et que M soit enlevé de E, le courant entier ne passe que par l'électro-aimant A′. L'expérience montre que la disposition indiquée sur la figure fournit la plus grande force électro-magnétique[1].

Les vis PP′ règlent les distances entre les électro-aimants et la bobine des signaux. L'amplitude des oscillations de la bobine dépend beaucoup de la force des électro-aimants. Elle dépend aussi beaucoup de la vitesse des transmissions, et une manipulation lente donne toujours des signaux plus amples et mieux définis.

Afin d'enregistrer les signaux d'émission au départ, il est nécessaire de faire passer une partie du courant à travers la bobine du recorder de la station qui transmet. Cette partie de courant peut d'ailleurs rejoindre le courant principal avant son entrée dans le câble, ou bien on peut la faire perdre à la terre. Ces systèmes donnent donc deux arrangements différents des communications. On a proposé plusieurs arrangements de ces deux systèmes. La figure 15 montre une disposition avec laquelle aucune portion du courant n'est perdue à la terre à la station de départ.

T_1, T_2 et T_3 sont les bornes terminales placées à la gauche du recorder. La borne supérieure T_3 peut être amenée sur des contacts qui permettent d'insérer entre T_3 et T_2 des résistances variant de 8 ohms et au-dessous. T_1 et T_2 sont reliés aux deux extrémités de la bobine des signaux S. Attaché à T_2 se trouve un autre permutateur au moyen duquel des résistances variant de 500 ohms et au-dessus peuvent être insérées entre T_2 et T_1 de manière à former un shunt à la bobine S. Lorsque le permutateur fixé à T_2 n'est en contact avec aucun de ces shunts, la seule communication entre T_2 et T_1 est celle fournie par la bobine elle-même, qui dès lors n'est pas shuntée. T_2 est en communication avec la ligne à travers un condensateur, si on l'emploie. A la

[1] Chacune des bobines ayant une résistance d'environ 8 ohms, la résistance du circuit en série sera de 16 ohms, elle ne sera plus que de 8 quand une seule bobine agira, et de 4 en arc multiple.

Digitized by Google

station qui transmet, le courant de la clef entre dans le recorder simultanément par T_1 et T_3. La plus grande partie du courant passe par T_3 à cause de la faible résistance de cette partie du circuit. Une portion très faible passe par T_1, traversant en même temps la bobine et le shunt, s'il y en a un. La résistance combinée de la bobine et du shunt inséré entre T_1 et T_2 est beaucoup plus grande que la résistance existant entre T_2 et T_3, par conséquent il ne passe de T_1 en T_2 et dans la bobine qu'une très faible partie du courant. Le commutateur est formé d'un levier métallique se mouvant sur un axe horizontal. Sa partie centrale communique avec T_1. Pour transmettre, on abaisse le

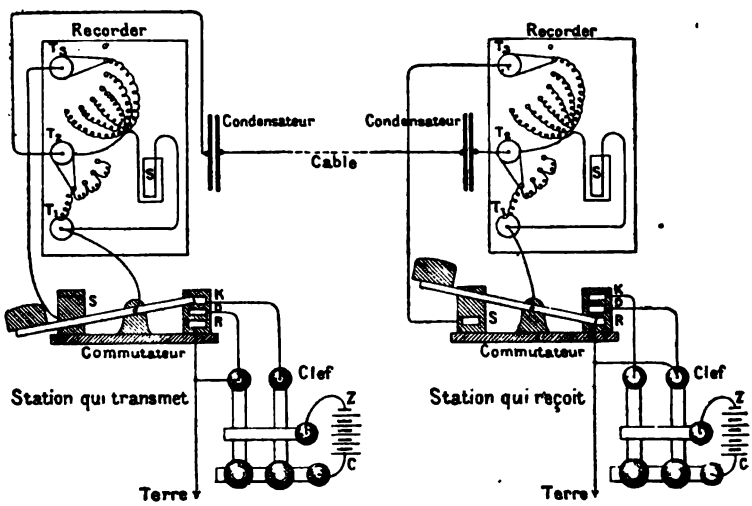


Fig. 15.

commutateur de façon à relier K à S qui communique avec T_3; par conséquent la clef communique à T_1 et à T_3, comme nous l'avons dit plus haut. Pour recevoir, on soulève le levier et l'on met ainsi T_1 à la terre, en même temps qu'on isole S et les résistances qui y aboutissent en T_3. Le courant de la station correspondante arrive dans le recorder en T_2 ne trouve pas de passage par T_3 et passe forcément de T_2 en T_1 par la bobine et le shunt. La pièce de contact D de la clef permet de décharger le câble à la terre quand on soulève le levier pour passer de la transmission à la réception. Le levier devrait toucher ce contact D avant d'avoir entièrement abandonné le contact S afin que le câble puisse être pendant un moment mis à la terre à travers la résistance très faible placée entre T_2 et T_3. On remarquera que les

Digitized by Google

piles sont renversées aux deux stations, ou, ce qui est la même chose, que la position de la ligne est différente sur les deux clefs. Cette disposition est nécessaire afin que les signaux transmis et reçus soient enregistrés dans la même direction sur l'appareil, lorsque le montage que nous venons de décrire est employé.

La figure 16 montre un arrangement dans lequel la portion de courant, qui enregistre les signaux transmis par la station de départ, va se perdre à la terre. Au départ on établit les contacts 2 et 3 et on isole 1. A l'arrivée, au contraire, 1 est établi et 2 et 3 isolés. Le courant venant de la clef entre simultanément dans le recorder par T_1 et T_3 et

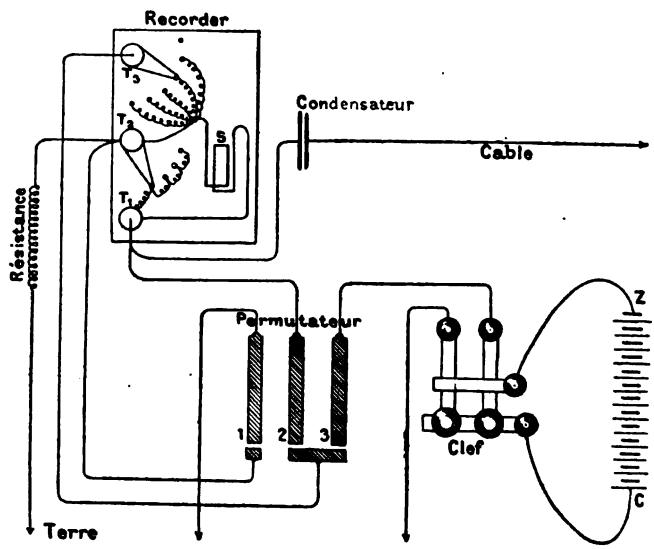


Fig. 16.

qui sont par conséquent au même potentiel. Entre T_2 et la terre, on introduit une très grande résistance, environ 5000 ohms, variable suivant les besoins. Les petites résistances entre T_3 et T_2 étant une fraction excessivement petite de la grande résistance placée entre T_2 la terre, le potentiel de T_2 sera fort peu inférieur à celui de T_3. Mais T_1 est au même potentiel que T_3, conséquemment le potentiel de T_2 est fort peu au dessous de celui de T_1 et il passera un courant très faible de T_1 à T_2 à travers la bobine des signaux.

Pour recevoir, on établit le contact n° 1 et l'on interrompt ceux de 2 et 3. On met ainsi T_2 en communication directe avec la terre et le courant reçu entre par T_1, traverse la bobine et va à la terre par T_2. Dans cet arrangement les courants transmis et reçus du même nom

Digitized by Google

traversent la bobine dans le même sens ; il n'est donc pas nécessaire ici de renverser la direction des courants aux stations correspondantes, comme dans l'autre disposition. Le commutateur doit être construit de telle sorte qu'en le tournant sur la *transmission* on établisse d'abord le contact n° 2, rompant ensuite le n° 1, pour établir enfin le n° 3. Quand on passe à la *réception*, le n° 3 doit être rompu d'abord, puis le n° 1 établi, et enfin le n° 2 supprimé. Cet ordre empêche que la décharge du câble traverse la bobine des signaux, ce qui lui imprimerait un choc violent.

Les signaux transmis que l'on enregistre au moyen de cette seconde disposition sont bien mieux définis et plus lisibles que ceux que l'on obtient par l'autre moyen. C'est surtout le cas quand on emploie des condensateurs ou que les signaux sont transmis au moyen du transmetteur automatique de sir W. Thomson et du professeur Fleeming Jenkin.

Piles. Les piles employées à faire marcher le moulin électrique et à charger les électro-aimants sont à grande surface et n'ont qu'une résistance intérieure très faible. Elles sont d'ailleurs une modification de la pile Daniell, et sir W. Thomson les a désignées sous le nom de *Trays*. Elles sont formées d'auges ayant $0^m,41$ carrés à la base et s'évasant au sommet; elles sont doublées intérieurement de plomb pour les rendre étanches. Le pôle positif est formé par une feuille mince de cuivre posé au fond de l'auge. Sur les quatre angles, un bloc de grès vernissé supporte une grille de zinc que l'on enveloppe d'une feuille de papier de parchemin (fig. 17 et 18). Cette enveloppe a pour effet d'empêcher le cuivre de se déposer sur le zinc ; elle agit aussi comme diaphragme, et comme le papier est d'ailleurs solidement fixé à la grille par de la grosse ficelle et de la cire à cacheter, il retient homogène l'ensemble du grillage en zinc que le temps détériore. Les auges sont reliées l'une à l'autre en les empilant sur un bâti en bois muni de quatre isolateurs en porcelaine, de telle sorte que le cuivre de l'une est relié au zinc de la précédente par l'enveloppe en plomb qui déborde aux quatre angles. Chacune des auges doit être soigneusement protégée à l'intérieur, sur les bords et sur les côtés, par un vernis à la gomme laque, excepté sur la partie qui doit relier le cuivre au zinc: on soude à ce point, ou sur les zincs, des lamelles ou de gros fils de cuivre devant former les électrodes de chaque élément. On vernit aussi la partie inférieure de la plaque de cuivre, excepté aux coins où elle doit faire contact avec le doublage en plomb soigneusement décapé. Quand le vernis est sec, on pose la plaque de cuivre sur le fond, et on assure son contact par le centre en faisant faire ressort à une lame de cuivre qui s'y trouve soudée. Parfois on fait une ouverture au centre de la plaque

Digitized by Google

et on passe la lamelle de cuivre par cette ouverture, pour la rabattre sur la surface dénudée du cuivre; mais il devient alors difficile d'opérer plus tard le nettoyage de la pile, quand les dépôts de cuivre ont soudé ces parties entre elles, et il est préférable d'établir ce contact par-dessous. La première auge doit être nivelée et l'ensemble de la pile d'un accès facile. On verse alors dans les auges une solution de sulfate de zinc de densité 1,1 en baignant d'abord le papier de parchemin et les bords de l'auge, puis en versant la solution sur la grille de

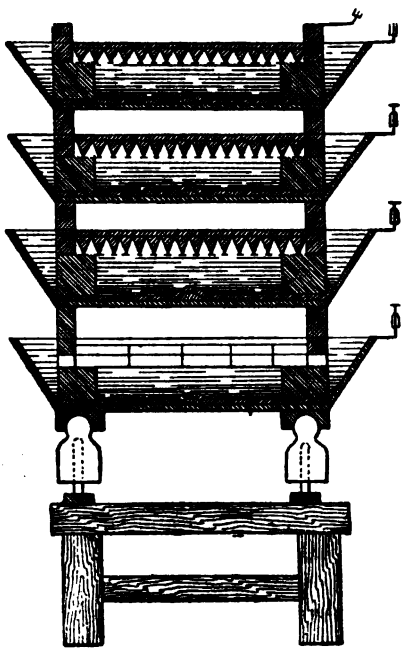


Fig. 17.

zinc et le papier. Il faut avoir soin que les coins de la grille et les bords inférieurs de l'auge soient parfaitement décapés pour assurer les contacts d'un élément à l'autre. On forme ainsi une pile qui peut s'élever jusqu'à dix éléments, mais trois ou quatre suffisent à l'entraînement du moulin et huit à la charge des bobines sur les lignes de moyenne longueur[1] (800 ou 900 milles nautiques).

Le sulfate de cuivre doit être concassé en grains de la grosseur

[1] On en emploie jusqu'à 20 et au delà sur les câbles de l'Atlantique.

Digitized by Google

d'un pois et pesé par petites quantités. Pour amorcer la pile on en verse 30 grammes sur chacun des quatre côtés de l'auge en le distribuant également entre les deux blocs de grès successifs. Il faut éviter d'en verser sur le parchemin ou le zinc. Dès que le sulfate de cuivre est versé, il faut mettre la pile en circuit afin d'éviter l'action locale intérieure. Autant que possible il ne faut pas employer la même pile à charger les électro-aimants et à entraîner le moulin, mais si les circonstances demandent ce double emploi, il convient alors de former

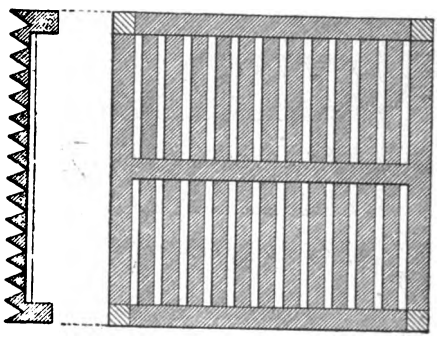


Fig. 18.

les deux circuits en partant des électrodes du même nombre d'éléments; en effet, dans ce cas les bobines des aimants doivent être considérées comme un *shunt* relativement à celles de la machine électromagnétique ou réciproquement, et alors la pile doit être la même pour les deux circuits. Le fil partant du zinc aboutit à l'appareil en U_3, celui venant du cuivre se rattache à U_1, un fil intermédiaire partant du milieu vient se rattacher à U_2, et le commutateur V permet ainsi d'appliquer tout ou partie de la pile à volonté (*voir* fig. 9).

L'entretien des piles à auges demande une attention constante, si l'on veut les maintenir en bon état de fonctionnement. Par la réaction, le liquide inférieur se dépouille, tandis que la couche supérieure s'enrichit. Pour rétablir l'équilibre des densités, il faut ajouter des grains de sulfate de cuivre, toujours par quantité de 120 grammes divisée en quatre parts, et retirer partie de la solution supérieure de sulfate de zinc devenue trop dense, la remplaçant par de l'eau pure. Un entonnoir de forme spéciale permet de distribuer cette eau uniformément sur la surface de la grille. Un siphon, dont la branche la plus courte plonge à peu près à mi-chemin des liquides, retire la solution surchargée de sulfate de zinc. Dans les piles en usage constant, il faut retirer chaque jour du sulfate de zinc et de petits pèse-liqueurs gra-

Digitized by Google

dués permettent de maintenir la densité de la solution au dessous de 1,3. La pile doit être entretenue chaque jour de sulfate de cuivre. La couleur bleue de la solution inférieure dans l'auge disparaît complètement dès que les cristaux manquent, et ce signe est toujours suivi d'un affaiblissement des effets dus à la pile. Il est *absolument* indispensable de ne pas laisser la pile au repos tant que cette couleur bleue existe. Si elle doit rester sans emploi pendant quelque temps, il faut la mettre en court circuit jusqu'à ce que tout le sulfate de cuivre ait été consommé. L'accumulation du sulfate de zinc dans la solution supérieure produit des dépôts de sel sur les bords de l'auge, et si l'on ne les enlève pas et que la pile soit mal entretenue, ces dépôts peuvent amener un contact entre l'élément zinc et les bords de l'auge qui forme l'élément cuivre, ce qui mettrait la pile en court circuit.

Essais de la pile. — Il convient d'essayer souvent la pile et voici les

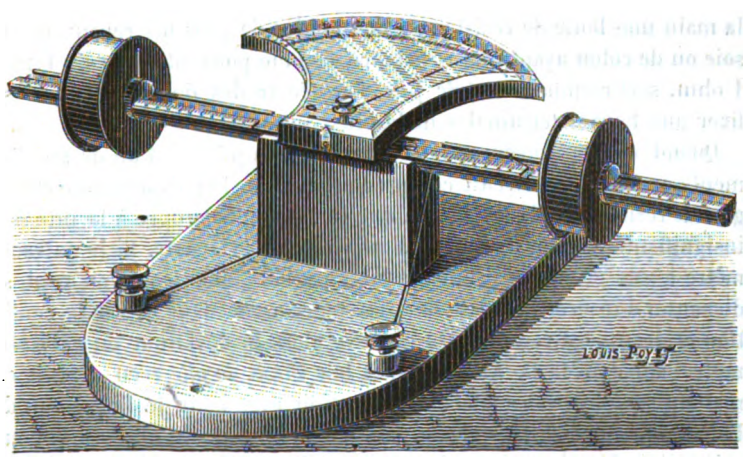


Fig. 19.

moyens qu'on emploie à cet effet. On mesure la résistance et la force électromotrice de la pile entière, puis de chaque élément. Si la résistance de l'un d'eux dépasse le quotient de la résistance de l'ensemble divisé par le nombre d'éléments, ou si sa force électro-motrice est moindre que la valeur de la force électro-motrice de la pile entière divisée par le nombre d'éléments, on peut considérer la présence de cet élément dans la pile comme une cause de trouble et l'enlever, ou tout au moins le faire sortir du circuit.

Ces épreuves peuvent se faire au moyen d'un galvanomètre à miroir

Digitized by Google

de l'électromètre quadrant de sir W. Thomson ou du galvanomètre tangentiel dont nous donnons la figure page 467.

Galvanomètre tangentiel. — Ce galvanomètre tangentiel de forme nouvelle a été construit spécialement par sir William Thomson pour cet objet (fig. 19). Il a son arc divisé suivant les tangentes, de sorte que les degrés de l'échelle sont simplement proportionnels au courant. La résistance des bobines est d'environ 4000 ohms, et en variant les distances entre les bobines et l'aiguille, on peut l'appliquer, sans varier aucunement son ajustement, à des piles de 1 à 50 éléments. L'aiguille est formée d'un petit aimant formé d'un morceau de ressort de montre supporté par une fibre de cocon très courte. L'index est un des tubes capillaires destinés à former les siphons. On le colore en bleu en y introduisant de la solution d'aniline. Son poids est contrebalancé par un petit cadre en métal fixé sous l'aimant.

Les fils employés aux épreuves de la pile doivent être gros afin de de n'offrir aucune résistance propre sensible. Il convient d'avoir sous la main une boîte de résistance. Une bobine de gros fils recouverts de soie ou de coton ayant une résistance connue pouvant varier de 1,10 à 1 ohm, sert comme *shunt de pile*. Ses électrodes doivent pouvoir se fixer aux bornes terminales de la pile.

Quand on veut mesurer la résistance de la pile ou d'un de ses éléments on établit un circuit comprenant la pile, le galvanomètre et une grande résistance, de telle sorte que la résistance propre à la pile soit insignifiante comparativement à son circuit extérieur. Si le galvanomètre a une grande résistance, soit au moins 3000 ohms, on peut se dispenser d'insérer la caisse des résistances, car dans ce cas la condition ci-dessus est remplie. On observe alors la déviation du galvanomètre, appelons-la D. Alors on met le « *shunt de pile* » en circuit en mettant ses électrodes en communication avec ceux de la pile ou de l'élément sans rien changer au restant du circuit. On observe la nouvelle déviation *d*. Si S représente la résistance du « *shunt de pile* », la résistance de la pile sera représentée par la formule :

$$R = S\,\frac{D-d}{d} \qquad (1)$$

Bien entendu cette formule n'est exacte qu'à la condition qu'on aura dans le circuit extérieur à la pile une résistance incomparablement plus grande que celle de la pile elle-même. Il ne faut donc jamais shunter le galvanomètre, s'il est trop sensible (comme dans le cas du galvanomètre à miroir) ; on peut ramener la déviation de cet appareil à des limites raisonnables au moyen de forts aimants directeurs. On peut toutefois employer un shunt au galvanomètre à la condition

Digitized by Google

d'ajouter une grande résistance dans le circuit extérieur. Néanmoins il faut se rappeler que la formule ci-dessus n'est jamais qu'approximativement vraie et que ses résultats n'expriment la vérité qu'à la condition de rapprocher davantage de l'infini le rapport qui existe entre la résistance extérieure et la résistance intérieure du circuit de la pile. Donc plus la résistance ajoutée au circuit extérieur sera grande, plus cette formule deviendra exacte. L'épreuve, telle que nous l'avons décrite, ne convient pas aux piles de grande résistance, mais elle est parfaitement appropriée aux piles à auge et même aux formes ordinaires de piles peu résistantes.

Quand on emploie l'électromètre à quadrant de sir William Thomson l'épreuve est excessivement simple. On observe D avec les électrodes de l'électromètre en contact avec les pôles de la pile, puis *d* la déviation obtenue avec le « *shunt de pile* » S en circuit, et la formule ci-dessus est reproduite. Mais avec l'électromètre elle devient rigoureusement exacte et applicable aux piles de toutes résistances. On peut modifier cette épreuve en employant pour S une boîte de résistances variables que l'on ajuste de façon à ce que la seconde déviation *d* soit exactement la moitié de D[1], alors R = S.

En observant *d* il convient de limiter le temps pendant lequel le courant traverse le *shunt*, cette bobine s'échauffe en effet rapidement sous l'influence du courant et sa résistance varie en conséquence. Afin de diminuer cet effet, le *shunt* doit être formé d'aussi gros fils que possible. Si les déviations D et *d* se rapprochent trop et n'ont pas une différence marquée, c'est une preuve que le *shunt* est trop long et il faut le remplacer par un plus court.

La résistance des piles à auge dépend, bien entendu, de leurs dimensions. Elle dépasse rarement 0.1 ohm et ne devrait jamais excéder 0.5 ohm. Il est très important que tous les éléments en circuit aient approximativement la même résistance.

La force électro-motrice de chacun de ces éléments doit être comparée de temps à autre à celle d'un élément étalon constant tel qu'un élément Minotto ou toute autre forme de pile Daniell[1]. Cet élément doit être mis à part et ne servir qu'à cette épreuve afin de conserver sa force électro-motrice constante. L'épreuve se fait comme suit : on place dans un même circuit la pile, le galvanomètre et une forte résistance et l'on note la déviation, comme dans l'épreuve précédente. Si le galvanomètre a, par lui même, une résistance élevée, on peut ne pas ajouter d'autre résistance dans le circuit. On substitue ensuite

[1] L'élément étalon de M. Latimer Clark par exemple; voir *Phil. Transactions of the Royal Society* « *On a Standard Voltaïc Battery* », juin 19, 1873.

Digitized by Google

l'élément étalon à la pile que l'on éprouve, conservant le reste du circuit sans changement et l'on note la déviation D′ qu'il fournit. Dans ce cas aussi la résistance extérieure doit être excessivement grande par rapport à la résistance de l'élément lui-même. Alors :

$$\text{FEM de la pile} = \text{FEM de l'étalon} \times \left(\frac{D}{D'}\right). \qquad (2)$$

De la sorte la force électro-motrice d'une pile donnée peut être exprimée en termes de l'élément étalon et il n'est pas nécessaire, en pratique, de savoir quel est l'équivalent de la force électro-motrice de l'étalon en unités absolues tant qu'on peut se fier à la constance de cet étalon. S'il est formé d'un élément Daniell en bonne condition, sa force électro-motrice sera d'environ un volt.

Dans la formule ci-dessus nous supposons que les résistances de la pile et de l'étalon sont insignifiantes comparativement aux autres résistances que l'on ne change pas pendant la durée de l'expérience. Si pourtant les résistances de la pile et de l'étalon étaient comparativement considérables, la formule devrait être modifiée ainsi qu'il suit : soit R_0 la somme des résistances du circuit extérieur, il est le même pour D et D′) ; soit r la résistance de la pile et r' celle de l'élément étalon, alors :

$$\text{FEM de la pile} = \text{FEM de l'étalon} \times \left\{\frac{D(R_0 \times r)}{D'(R_0 \times r')}\right\} \qquad (3)$$

Avec l'électromètre quadrant l'épreuve se simplifie. On observe D avec la pile et D′ avec l'étalon sans employer aucune résistance extérieure, alors on trouve la même expression que (2). Si la force électro-motrice d'un des éléments de la pile tombe au-dessous de la moyenne, c'est un indice certain qu'il demande une addition de cristaux de sulfate de cuivre, ou bien que le zinc est recouvert d'un dépôt de cuivre. Dans ce cas, il faut enlever cet élément pour le nettoyer ou tout au moins le mettre en court circuit si les exigences du service ne permettent pas d'exécuter de suite le nettoyage.

En terminant cette étude nous ajouterons que le recorder permet la transmission de cinq fois l'alphabet entier par minute, c'est une moyenne d'environ 120 lettres. Il faut, bien entendu, que l'appareil soit bien ajusté et les signaux bien formés. La lecture de ces signaux est facile à apprendre et les employés préfèrent de beaucoup lire le recorder que le miroir qui fatigue la vue et cause des erreurs dont on les rend responsables.

Différentes administrations font en ce moment des efforts louables pour créer de nouvelles lignes souterraines. Ces lignes seront dès lors mises à l'abri des influences atmosphériques qui troublent

Digitized by Google

parfois si profondément le service. Elles introduiront toutefois un élément de plus dans les difficultés de l'exploitation, et de même que les lignes sous-marines elles offriront des phénomènes provenant d'induction latérale considérable pouvant occasionner des retards importants par suite de l'accumulation. Sans doute les lignes souterraines pourront être exploitées dans de meilleures conditions que les câbles, puisqu'on pourra espacer sur leurs parcours des pertes artificielles pouvant compenser en partie les effets de cette induction latérale. Toutefois les appareils actuels devront être profondément modifiés sur les longs parcours, ou bien il deviendra nécessaire d'en adopter de nouveaux, qui, semblables au recorder de sir William Thomson, compenseront les effets du retard. Il serait donc à désirer que cet appareil fût tout au moins essayé sur les lignes souterraines maintenant en construction. Pour des circuits de moyenne longueur l'électrification de l'encre devient absolument inutile. Le moulin pourrait donc être supprimé et le papier entraîné par un mouvement d'horlogerie : c'est un des organes les plus délicats de l'appareil et sa suppression le simplifierait considérablement. On ne peut d'ailleurs obtenir de grandes vitesses sur les longs circuits qu'en adoptant les transmissions automatiques et nous nous proposons d'examiner, dans une prochaine étude, comment on a pu atteindre ce résultat sur les grands câbles sous-marins.

A. L. Ternant

LA TÉLÉGRAPHIE EN FRANCE

(RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES)

M. *Toussaint Loua* vient de publier, dans la *Revue scientifique*, de très intéressants détails statistiques sur la télégraphie électrique dans les deux mondes. Nous allons extraire de cette statistique qui remonte seulement à l'année 1879, et porte sur 27 États, quelques renseignements relatifs à la France.

En 1879, la France comptait 64 275 kilomètres de lignes ainsi réparties :

	Kilomètres.
Lignes aériennes	61 121
Lignes souterraines	500
Lignes sous-marines	2 554

Le développement des fils conducteurs est bien plus considérable ; il atteint 182 518 kilomètres ainsi répartis :

Digitized by Google

	Kilomètres.
Fils aériens	170 165
Fils souterrains	9 753
Fils sous-marins	2 600

La longueur des lignes télégraphiques du monde entier atteint environ 650 000 kilomètres et le réseau des fils télégraphiques 1 800 000 kilomètres, soit *quarante-cinq* fois le tour de la terre.

En établissant le rapport entre la surface des pays et les longueurs des lignes et des fils on trouve que, *pour les lignes*, la Belgique occupe le premier rang avec 187 mètres de ligne par kilomètre carré, puis la Suisse avec 159, la Grande-Bretagne 125, l'Allemagne 124 et la France 117 : *pour les fils*, la Belgique est la première avec 812 mètres par kilomètre carré, la Grande-Bretagne avec 563 ; l'Allemagne, 441 ; les Pays-Bas, 403 ; la Suisse, 390 ; la France 341.

Les États-Unis n'ont que 17 mètres de ligne et 48 mètres de fils par kilomètre carré ; la Russie 4 mètres de ligne et 9 mètres de fils seulement.

Cela s'explique par l'immensité des territoires desservis, car les États-Unis ont 375 556 kilomètres de fils et 137 802 kilomètres de lignes ; en Russie, la longueur des fils atteint 204 159 kilomètres et celle des lignes 88 231.

Il y avait en France, en 1879 :

Bureaux ou stations de l'État	3 196
Bureaux de chemins de fer ou compagnies publiques	1 859
Sémaphoriens	129
Soit 5184 bureaux ou stations.	

Les appareils en service se répartissaient ainsi :

Morse	5 844
Hughes	338
Divers	1 066
Total	7 248

Le service était fait par 7588 employés :

Administration	306
Service actif	5 075
Facteurs, etc.	2 207

En moyenne, chaque station dessert 14 kilomètres de ligne et 40 kilomètres de fils. Il y a trois appareils pour deux stations et douze employés de tout genre par 10 appareils.

En Suisse une station dessert environ 5, 9 kilomètres, tandis qu'en

Digitized by Google

France elle en dessert 10,5, en Autriche 14,6 et près de 78 en Cochinchine.

Au point de vue des appareils employés dans le monde entier, on comptait :

Morse	3 7894
Hughes	877
Divers	1 3767

Soit en tout 52 538 appareils.

Le nombre total des dépêches taxées en France en 1879 a dépassé 13 000 000.

Il est intéressant de comparer dans chaque pays le mouvement des dépêches à la population.

Dans le monde entier, la moyenne est de 1 dépêche par an pour 7 ou 8 habitants, soit environ 150 dépêches pour 1000 habitants. La Nouvelle-Zélande tient de beaucoup la tête de la liste avec 2394 dépêches par 1000 habitants. M. Toussaint Loua explique cette particularité, surprenante à première vue, par ce fait que les habitants de la Nouvelle-Zélande, arrivés des derniers à la civilisation, s'y jettent avec une ardeur que le vieux continent ne connaît plus.

Voici d'ailleurs les chiffres relatifs aux principaux pays du globe :

	Dépêches.
Nouvelle-Zélande (par 1000 habitants)	2 394
Victoria	809
Suisse	753
États-Unis	730
Grande-Bretagne	704
Belgique	471
France	387
Allemagne	280
Grèce	196
Autriche	173
Espagne	89
Russie	60
Cochinchine	9
Indes britanniques	6

L'influence du développement du réseau télégraphique et celle de l'abaissement du prix des dépêches sur les télégrammes privés en France depuis 1851 sont bien indiquées dans le tableau suivant :

	Télégrammes.
1851	9 014
1859	4 022 800
1869	10 367 086
1879	14 283 347

M. Loua établit encore un rapprochement intéressant entre le nombre des lettres et celui des télégrammes, duquel il résulte que l'on compte en moyenne quarante lettres pour un télégramme. En

Digitized by Google

général, les pays arriérés ou ceux dont les communications sont difficiles sont ceux pour lesquels la différence entre les lettres et les télégrammes est la moindre possible.

Ainsi, par exemple, en Égypte il n'y a que 15 lettres pour un télégramme, 17 en Norvège, 19 en Roumanie. La France en compte 34, l'Allemagne 49, la Grande-Bretagne 46, l'Autriche et l'Espagne 57, etc.

M. Loua estime que si la France n'occupe pas le premier rang dans les communications télégraphiques et l'ensemble des moyens de correspondance, il y a lieu d'espérer que les efforts que fait notre gouvernement pour développer de plus en plus l'instruction primaire, ainsi que la multiplicité des moyens offerts à la circulation des idées (cartes postales, cartes télégraphiques, tubes atmosphériques, etc.) ne tarderont pas à nous assurer un meilleur rang.

VEILLEUR AUTOMATIQUE

DE M. A. GÉRARD

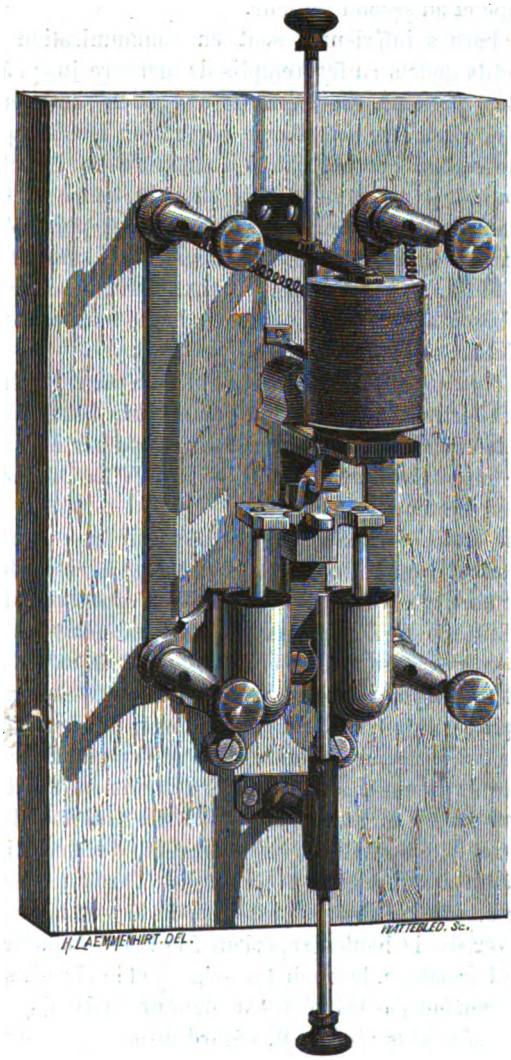
La tendance générale actuelle, dans les systèmes à arc voltaïque, est de placer plusieurs foyers sur un même circuit; leur nombre varie depuis trois ou quatre jusqu'à *quarante*. Le grand avantage de cette disposition réside, on le sait, dans la grande économie de fils qui en résulte. Il faut, par contre, employer des courants dont la tension est très élevée, les appareils peuvent même devenir dangereux si cette tension est trop grande, et l'isolement des fils est alors très difficile.

En pratique, il convient de ne pas atteindre ces tensions exagérées en se contentant de placer seulement dix, douze ou seize lampes au plus sur le même circuit. Mais, dans ces conditions, toutes les lampes sont solidaires, et si l'une d'elles s'éteint pour une cause accidentelle, toutes les autres s'éteignent en même temps. C'est là un grave inconvénient auquel on a cherché à remédier de diverses façons.

C'est pour cela que M. *Rapieff* a imaginé son *safety-apparatus* et que toutes les lampes *Brush* sont munies d'une disposition nommée *cut-off* ayant pour objet de remédier à l'inconvénient que nous venons de signaler. Le *veilleur automatique* de M. Anatole Gérard, que nous allons décrire aujourd'hui, remplit le même but que les appareils de MM. Brush et Rapieff, avec une simplicité au moins aussi grande et un avantage de plus : le veilleur automatique est complètement indépendant de la lampe, il forme un appareil à part, facile à surveiller,

Digitized by Google

toujours à portée de la main et applicable à toutes les lampes en service, à courant continu ou à courants alternatifs, à arc voltaïque ou à incandescence, chaque fois qu'il s'agit d'assurer l'indépendance de plusieurs foyers placés sur le même circuit.



La figure ci-dessus permet de saisir facilement le fonctionnement de l'appareil qui se compose d'un électro-aimant droit à fil fin et à une seule bobine dont les extrémités du fil sont reliées aux deux

Digitized by Google

bornes supérieures, auxquelles viennent se fixer aussi les deux fils venant de la lampe à laquelle on veut adapter le veilleur automatique. Le conducteur venant de la machine se fixe à la borne inférieure de gauche, et un fil partant de la borne inférieure de droite va à la seconde lampe et au second veilleur.

Les deux bornes inférieures sont en communication métallique avec deux petits godets en fer remplis de mercure jusqu'à la moitié environ de leur hauteur. Au-dessus de ces godets sont deux tiges de fer fixées à une traverse métallique portant un crochet qui vient se placer sur un second crochet fixé à l'armature de l'électro-aimant. Quand le courant passe, il se partage entre la lampe et le fil fin de l'électro-aimant de dérivation, sans que l'armature puisse être attirée.

En cas d'extinction de la lampe ou d'accident, le courant tout entier passe par le fil fin. L'électro-aimant devient actif, il attire son armature qui, en basculant, dégage le crochet, laisse tomber les deux tiges dans les godets remplis de mercure.

Le courant passe alors directement d'une borne inférieure à la seconde, c'est-à-dire d'une lampe à l'autre, par l'intermédiaire des tiges de fer, le circuit n'est donc pas interrompu par l'accident arrivé à une lampe en particulier, et toutes les autres fonctionnent comme s'il n'était rien survenu d'anormal.

On conçoit qu'il est facile, au lieu d'établir une communication *directe*, d'intercaler une résistance équivalente à celle de la lampe mise hors de service pour ne pas troubler les conditions de la circulation électrique ; il est facile aussi d'utiliser la chute des tiges pour faire fonctionner une sonnerie d'avertissement et même un tableau indicateur et transformer ainsi le veilleur en *réveilleur* automatique, précaution qui n'est pas inutile dans certains travaux de nuit.

Le veilleur automatique remplace aussi le commutateur ordinaire ; pour produire l'allumage, si la lampe est éteinte, il suffit d'appuyer sur le bouton placé à la partie inférieure. En soulevant la tige, elle vient rencontrer une butée fixée sur la traverse des deux tiges de fer. Le crochet vient alors en prise avec celui de l'armature de l'électro-aimant, et le courant peut alors passer par la lampe. Pour éteindre, il suffit d'appuyer sur le bouton supérieur ; la tige à laquelle il est fixé fait basculer l'armature, le crochet se dégage et le circuit se ferme de nouveau directement par les godets de mercure et les tiges de fer.

Dans un modèle plus récent, M. Gérard dispose les godets l'un au-dessus de l'autre au lieu de les mettre l'un à côté de l'autre comme dans le veilleur que nous représentons. Cette dernière disposition fait gagner un peu sur la largeur de l'appareil qui doit souvent se placer sur des poteaux étroits, mais cela ne change rien au principe.

Digitized by Google

M. A. Gérard emploie ce veilleur automatique avec ses lampes pour l'éclairage de la salle 16; nous aurons l'occasion de les décrire en passant en revue les éclairages de l'Exposition d'Électricité.

LA GALVANOPLASTIE DE NICKEL

APPLIQUÉE AUX CLICHÉS ET AUX REPRODUCTIONS D'ŒUVRES D'ART

Rien n'est plus facile aujourd'hui que le *nickelage* des métaux sous une faible épaisseur, mais dès qu'il s'agit de donner au dépôt une certaine épaisseur, de faire de la *galvanoplastie* de nickel, les conditions sont bien différentes, et ce n'est qu'après plusieurs années de recherches et d'études que MM. Boudreaux père et fils sont venus à bout des difficultés que le problème présente.

En effet lorsqu'on dépose du nickel sur un moule rendu conducteur par la plombagine, dès que l'épaisseur devient un peu grande, la couche métallique se détache du moule et se roule en hélice. Il se produit là un phénomène analogue à celui observé par Graham, il y a quelques années, sur l'absorption de l'hydrogène par le palladium. Cette explication du phénomène peut facilement s'accepter si l'on se souvient que le nickel cristallise, qu'il est très poreux par rapport au nickel fondu ordinaire, et qu'il condense 160 fois son poids d'hydrogène en 12 heures lorsqu'il est fixé au pôle négatif d'une pile un peu puissante, dans l'électrolyse de l'eau.

MM. Boudreaux sont parvenus à remédier à cet inconvénient et arrivent à déposer du nickel sous une épaisseur quelconque. L'exposition renferme une série très remarquable de clichés et de reproduction d'œuvres d'art en galvanoplastie de nickel. Pour quelques-unes l'épaisseur dépasse *un millimètre*. La galvanoplastie directe présente sur le nickelage simple un grand nombre d'avantages. Le premier, le plus important, c'est que la reproduction galvanoplastique conserve toute la finesse et la délicatesse du moule, alors que le nickelage empâte toujours la reproduction.

La résistance du nickel étant environ trois fois plus grande que que celle du cuivre, et la densité des deux métaux étant à peu près la même (8,57 pour le nickel et 8,90 pour le cuivre), il en résulte qu'on pourra donner une épaisseur bien moins grande à une reproduction d'œuvre d'art en nickel, tout en lui conservant une résistance égale, et en lui donnant, par suite, un poids bien moins grand. On

Digitized by Google

peut d'ailleurs, une fois le premier dépôt de nickel obtenu, terminer par un dépôt galvanoplastique de cuivre auquel on donne l'épaisseur nécessaire.

Voyons maintenant les qualités spéciales du nickel. Sa dureté est égale à celle de l'acier ; il est moins oxydable que l'argent, les sulfures ne l'attaquent pas, il est ductile et tenace, peu fusible, et son prix peu élevé tend à descendre chaque jour.

Toute ces qualités font que les clichés de nickel sont très précieux pour les grands tirages tels que ceux des timbres-poste, billets de banque, titres d'actions et d'obligations, etc., et surtout pour la chromotypographie, car les encres de couleur attaquent le cuivre et mettent rapidement les clichés hors de service, tout en salissant les encres de couleur.

MM. Boudreaux père et fils, en réalisant la galvanoplastie de nickel à toute épaisseur, viennent de créer en quelque sorte une industrie nouvelle dont il serait encore prématuré de prévoir l'importance et l'avenir.

L'INFLUENCE

DES VARIATIONS DE LA RÉSISTANCE EXTÉRIEURE

SUR LA PRODUCTION DE COURANT DE MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES[1]

Les machines dynamo-électriques ordinaires à foyer unique, c'est-à-dire celles dans lesquelles l'inducteur se trouve dans le même circuit que l'armature et la lampe, subissent d'une façon dangereuse les variations de résistance du circuit extérieur : les charbons viennent-ils à se toucher, l'intensité du courant devient si grande que le commutateur et les balais se brûlent et que les fils chauffent au point de compromettre l'isolement. Si l'arc est trop long, au contraire, le courant s'affaiblit, la lumière aussi, ce qui produit de grandes irrégularités dans la puissance du foyer. On évite ces inconvénients avec une lampe sensible, mais outre que les lampes sensibles sont, en général, trop compliquées, elles ne sont pas les seules causes de variation du circuit extérieur.

Il se produit d'abord des variations entre le collecteur et les balais : certains fabricants recommandent de les huiler, d'autres non, mais leurs machines sont construites de telle sorte que l'huile du palier des arbres tombe sur la courroie et le collecteur et les abîme souvent.

[1] D'après le *Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre.*

Digitized by Google

Le mauvais état d'entretien des collecteurs est aussi une cause de résistance variable du circuit, de même que la partie mobile des pivots qui supportent les porte-balais, le manque de précaution pendant le graissage, etc.

Pour obvier à tous ces inconvénients qui donnent une allure irrégulière à la lampe, il convient de modifier le montage et les résistances relatives des circuits.

La figure 1 représente le diagramme du montage ordinaire. A est le fil de l'armature ou induit, B, l'inducteur, C l'arc.

A l'usine de MM. Siemens, on a exécuté une série d'expériences pour étudier l'influence de la résistance du circuit extérieur sur les éléments de la circulation électrique avec une machine Siemens dont les éléments de construction étaient les suivants :

Armature : 24 parties au collecteur ; 336 tours de fil de 2,5 millimètres ; 0,4014 ohms de résistance.

Inducteur : 512 tours de 5,5 millimètres ; 0,3065 ohms de résistance.

Vitesse de rotation : 600 tours par minute.

Le diagramme de la figure 3 représente les résultats obtenus avec cette machine. On a marqué sur la figure les échelles qui représentent les volts, les webers et le travail dépensé exprimé en chevaux-vapeur de 75 kilogrammètres.

Ainsi, par exemple, en intercalant une résistance de 1 ohm, la force électro-motrice est de 63 volts et l'intensité du courant de 40 webers.

Le travail dépensé est :

$$T = \frac{EI}{9.81 \times 75} = 3,3 \text{ chevaux-vapeur,}$$

comme le montrent les courbes correspondantes à ces divers éléments.

En intercalant dans le circuit une résistance fixe W, comme l'indique la figure 2, on peut diminuer considérablement l'influence des variations de la résistance extérieure. Il n'est pas nécessaire que cette résistance soit une résistance inerte, elle peut être soit sur l'inducteur, soit sur l'armature ; ou bien encore cette résistance peut être représentée par des lampes électriques. C'est pour cela que dans les systèmes où l'on place plusieurs lampes dans le même circuit l'allure devient plus régulière, car les variations d'une lampe en particulier sont absolument négligeables par rapport à la résistance totale[1].

Une autre manière de diminuer les variations du courant consiste à employer le *montage de Wheatstone* représenté figure 4 : dans cette

[1] C'est aussi pour la même raison qu'une lampe fonctionne d'autant mieux que la longueur des fils qui la relient à la machine est plus grande.

Digitized by Google

disposition, les inducteurs s'alimentent par dérivation. Si les charbons arrivent au contact, la plus grande partie du courant tend à passer par cette faible résistance, les inducteurs s'affaiblissent. Le diagramme (figure 6), montre comment varient les éléments de la circulation électrique lorsqu'on fait varier la résistance extérieure.

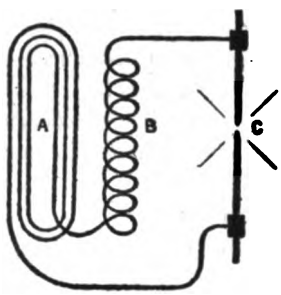


Fig. 1.

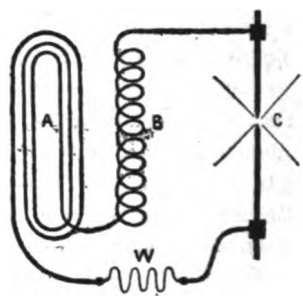


Fig. 2.

Voici les principales données de la machine expérimentée :

Armature : 24 parties au collecteur ; 288 tours de fil de 3 millimètres sur la bobine ; 0,173 ohm de résistance.

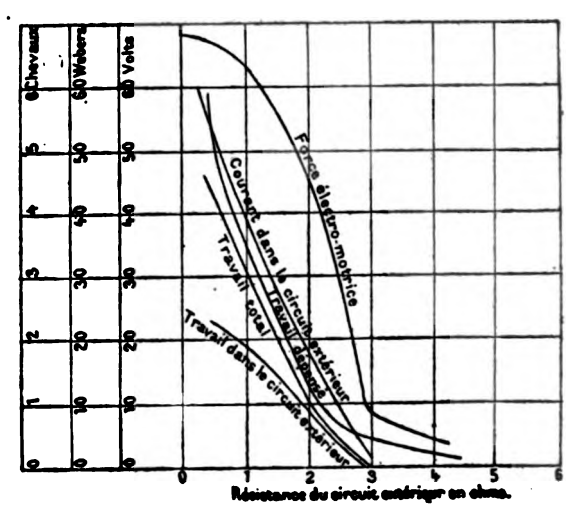


Fig. 3.

Inducteur : 3916 tours de 2mm, 5 de diamètre ; 11,26 ohms de résistance.

Digitized by Google

Vitesse de rotation : 630 tours par minute.

Un autre mode de rendre la production de courant de la machine plus indépendante du circuit extérieur consiste à employer le montage imaginé par M. Brush et appliqué dans ses premières machines. Dans

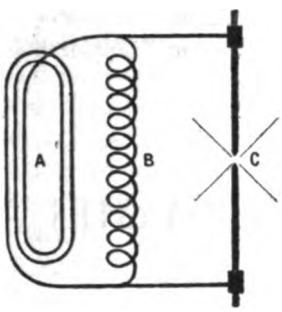


Fig. 4.

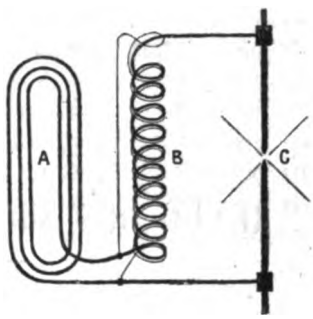


Fig. 5.

cette disposition, les inducteurs sont roulés de deux fils, l'un assez gros et peu résistant placé dans le circuit général, l'autre relativement

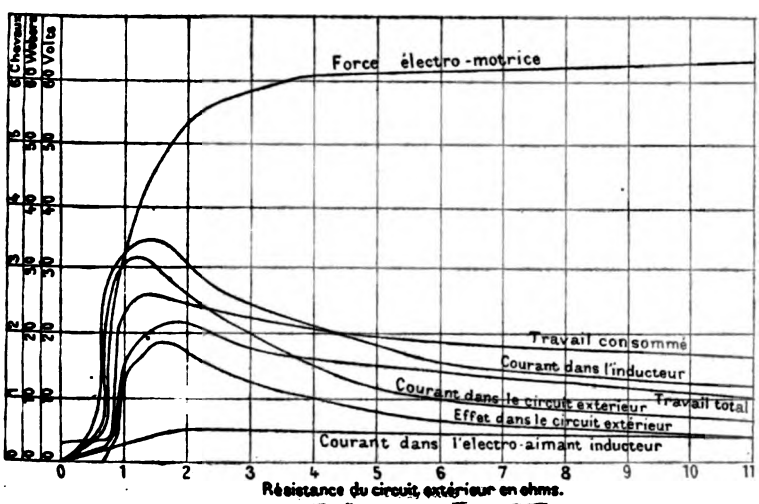


Fig. 6.

fin et long placé en dérivation. Leur action sur les inducteurs est concordante, c'est-à-dire qu'ils tendent à maintenir aux mêmes points des palarités de même nom, mais ils n'agissent chacun que suivant l'intensité du courant qui les traverse. Lorsque l'un d'eux s'affaiblit, l'autre augmente, et le magnétisme des inducteurs tend à rester

Digitized by Google

constant ou du moins à ne varier qu'entre des limites plus étroites. On évite ainsi le désamorcement. Dans ses dernières machines, M. Brush emploie un montage un peu différent.

Le mode le plus efficace pour parer aux variations dues aux changements de résistance du circuit extérieur consiste dans l'emploi d'une *excitatrice séparée*, qui donne un champ magnétique *constant*. Nous ne le citons ici que pour mémoire et pour que l'énumération soit complète.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 8 août 1881.

M. le Secrétaire perpétuel fait hommage à l'Académie, au nom de M. G. Govi, d'un opuscule ayant pour titre : *Intorno alla teoria dell' elettroforo.*

Dans cet opuscule, M. Govi croit pouvoir identifier le gâteau résineux avec un *carreau magique* chargé, qui aurait ses deux faces couvertes de deux lames isolantes. M. Govi appuie sa manière de voir par plusieurs expériences, et, entre autres, par la construction d'un électrophore à couches d'air, sans gâteau résineux.

M. C. A. Bjerknes présente une note *sur l'imitation, par la voie hydrodynamique, des actions électriques et magnétiques.*

Nous aurons l'occasion de parler des travaux de M. C. A. Bjerknes en décrivant les appareils qui fonctionnent actuellement à l'Exposition d'électricité et qui servent à montrer expérimentalement ces analogies. (Voir la section suédoise au rez-de-chaussée.)

Recherches sur les conditions de fabrication des aimants.
Lettre de M. G. Trouvé à M. le Président.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la méthode que j'ai suivie pour la fabrication d'aimants puissants et toujours identiques les uns aux autres. Mes recherches ont porté sur trois points : obtenir un moyen de reconnaître le meilleur acier pour la fabrication des barreaux aimantés ; déterminer le degré de trempe le plus convenable, choisir le procédé d'aimantation le plus simple et le plus pratique.

Digitized by Google

« J'ai d'abord essayé un grand nombre d'aciers, non seulement de provenances différentes, mais encore, pour chaque provenance, de qualités ou de numéros différents. Après les avoir tous coupés de longueur, je les ai aimantés et j'ai mesuré leur force portante ; ensuite, ils ont été trempés de la même manière et aimantés de nouveau. Leur force portante, mesurée après cette nouvelle aimantation, m'a permis de reconnaître : 1° que les meilleurs aciers, au point de vue de la fabrication des barreaux aimantés, sont ceux d'Allevard, ce que l'on savait déjà d'ailleurs ; 2° que les forces portantes, déterminées après les deux aimantations, sont liées par une loi simple qui peut s'énoncer en disant qu'elles sont entre elles dans le rapport n^2, c'est-à-dire que, si la force portante due à la première aimantation est représentée par 2, 3, 4, la force portante due au magnétisme à saturation sera 4, 9, 16. Par ce procédé, j'ai pu facilement classer les aciers.

« En ce qui concerne la trempe, j'ai fait de nombreux essais, et j'ai reconnu qu'une trempe régulière est nécessaire. Comme je ne pouvais m'astreindre à faire moi-même cette opération, j'ai installé un moufle chauffé par le moyen du gaz, à une température parfaitement constante : dès lors, il m'a été possible d'opérer industriellement, et de confier le travail à un simple manœuvre.

« Quant au procédé d'aimantation en lui-même, les barreaux à aimanter sont placés dans deux solénoïdes juxtaposés, le circuit magnétique est fermé au moyen de deux plaques de fer doux, et je fais passer le courant d'une pile, du genre de celle de Wollaston, de six éléments.

« En opérant ainsi j'obtiens des aimants d'une force constante et relativement considérable. Mes aimants droits portent jusqu'à douze et même quatorze fois leur poids ; si l'aimant est recourbé en fer à cheval, la charge peut-être quadruple, c'est-à-dire quarante-huit à cinquante-six fois son poids[1]. »

Séance du 16 août 1881.

Dans une communication *sur les apparences cométaires*, M. J. Jamin, combattant la théorie de *M. Faye* sur cette question si controversée et si obscure, estime que l'électricité intervient pour une large part

[1] Dans ces conditions, des aimants munis de bobines ayant 120 mètres de fil n° 36 (1/10 de millimètre), dont la résistance est de 240 ohms, constituent, placés dans une enveloppe de bois durci, des téléphones Bell sensibles et très puissants..

Digitized by Google

dans ces phénomènes. Nous reproduisons la partie de la note du savant académicien qui se rapporte à cette question délicate, mais sans prendre parti pour ou contre dans des débats de cette nature :

« C'est un fait avéré qu'il y a des quantités considérables d'électricité dans les hauteurs atmosphériques, et qu'elle croît à mesure qu'on s'élève davantage; on admet généralement qu'elles résultent des mouvements atmosphériques, qu'elles se développent par l'évaporation à l'anneau d'aspiration, qu'elles sont en mouvement depuis cet anneau jusqu'aux pôles sous la forme de deux courants dans l'air raréfié qu'elles illuminent. Vers le soleil, c'est la lumière zodiacale, invisible au voisinage de cet astre, mais s'étendant jusqu'à une distance assez grande pour être aperçue surtout vers l'équateur; près des pôles, se sont les aurores boréales que nous voyons obliquement et qui nous paraissent plus lumineuses qu'au zénith, parce qu'elles ont une plus grande épaisseur et qu'elles se concentrent.

« Sur une comète, l'échauffement se fait au point de concours des alizés, en face du soleil, mais des actions électriques analogues doivent se manifester, éclairer la tête et y produire ces apparences d'effluves qui se succèdent comme les stratifications dans un tube de Geissler, fuir avec les contre-alizés à l'opposé pour allumer la queue, et se prolonger au loin comme les rayons lumineux dans les appareils de M. Crookes. La queue contiendrait sans doute de la matière, mais à un très grand degré de raréfaction, et serait rendue visible à la fois par l'éclairement solaire et par le courant électrique.

« M. Flammarion aurait donc raison d'attribuer ces lueurs à l'électricité; d'autre part, l'observation de M. Berthelot serait justifiée et le développement de cette électricité serait dû aux phénomènes d'évaporation et de mouvement dont l'atmosphère est le siège. Insistons sur ce point. « L'étude récente du spectre des comètes a démontré, sans qu'une contestation soit possible, que l'auréole intérieure et la queue contiennent des gaz carburés, émettant une lumière propre. Or, ils ne peuvent être lumineux que de deux manières, par combustion ou par une effluve électrique. S'ils étaient en combustion, il faudrait expliquer comment ils continuent indéfiniment de brûler, ce qui paraît difficile. Dans ce cas, tous les matériaux dont la comète est composée seraient portés au rouge, et le spectre contiendrait les raies spectrales lumineuses des métaux, comme on les voit dans l'arc électrique brûlant au milieu de l'air. Rien de cela ne se produit : la lumière est absolument celle de l'arc quand la vapeur de carbone est transportée sans se brûler dans des gaz inertes; pas plus que cet arc, elle ne montre les bandes brillantes des métaux. Ce n'est donc point à un incendie qu'il faut demander la cause de cette lumière propre, mais

Digitized by Google

à une illumination par les courants. Je crois donc que le soleil détermine dans les atmosphères cométaires des courants gazeux analogues aux alizés et aux contre-alizés terrestres, que cette circulation produit vers le soleil des effluves sorties de la tête du noyan et transporte à l'opposé les matières qui sont à l'extérieur, ce qui fait sur celles-ci le même effet qu'une force répulsive émanée du soleil, force qui n'a aucune raison d'être. Je crois, en outre, que cette circulation s'accompagne d'un mouvement électrique qui illumine les gaz, soit vers la tête, soit vers la queue, et qui les rend visibles pour nous malgré la faiblesse de leur densité, et précisément à cause de cette faiblesse même. »

M. *J. Poultier* adresse une lettre relative à son précédent mémoire sur un nouveau train de wagons avec serre-frein électro-magnétique.

(Renvoi à la commission précédemment nommée).

BIBLIOGRAPHIE

LES MESURES ÉLECTRIQUES

PAR M. T. ROTHEN

En vue de la réunion du congrès international des électriciens, le 15 septembre prochain à Paris, M. *T. Rothen*, directeur adjoint des télégraphes suisses, vient de réunir une série d'articles publiés depuis quelques mois dans le *Journal télégraphique de Berne*, en une petite brochure[1] que nous recommandons tout particulièrement à ceux qui s'intéressent à l'importante question des mesures électriques.

M. Rothen se prononce très nettement pour l'adoption du système d'unités C. G. S. (centimètre, gramme, seconde), et des unités établies par le comité de l'Association britannique.

Ne pouvant suivre l'auteur dans le développement des raisons pour lesquelles il adopte ces unités, nous nous contenterons de reproduire ses conclusions :

« En résumé, et comme conclusion, nous estimons donc que ce

[1] Berne, imprimerie Rieder et Simmen, 1881.

Digitized by Google

serait pour la science électrique un progrès considérable si le Congrès des électriciens arrivait à introduire l'usage général d'un système coordonné d'unités absolues établies sur les bases que nous avons indiquées et que nous résumerons dans les trois propositions suivantes :

« 1° Les unités électro-magnétiques sont généralement adoptées comme bases de toutes les mesures électriques.

« 2° Comme unités de longueur, de masse et de temps, sont adoptés le centimètre, le gramme et la seconde.

« 3° Comme unités *pratiques* des grandeurs électriques sont adoptés :

Le *volt* $= 10^8$ unités absolues de force électro-motrice,
L'*ohm* $= 10^9$ unités absolues de résistance,
Le *weber* $= 10^{-1}$ unités absolues de courant et
L'*ampère* $= 10^{-1}$ unités absolues de quantité.

« Pour l'exécution pratique de ces décisions, si elles avaient la sanction du Congrès, nous ferions une quatrième proposition, c'est de charger un bureau spécial de la surveillance des unités électriques. A ce bureau incomberait la mission de faire de temps à autre, par les méthodes perfectionnées, la détermination des unités absolues qui sont la base du système; d'établir les étalons représentant le volt, l'ohm, le weber et l'ampère et de les mettre, au prix de revient, à la disposition de tous; de vérifier les étalons qui lui seraient envoyés à cet effet; de conserver dans ses archives les étalons types des unités pratiques et d'étudier tous les changements qu'ils subissent avec le temps.

« Cette institution exigerait-elle une création nouvelle? Alors même que ce serait le cas, l'importance des résultats à obtenir nous paraîtrait la justifier, mais cette création heureusement ne semble pas nécessaire. Il existe, en effet, déjà un bureau qui, par la nature de ses attributions, par la haute valeur scientifique de son personnel et par son caractère international, semble naturellement désigné pour remplir les fonctions que nous voudrions lui confier. Ce bureau, c'est le bureau international des poids et mesures établi dans les environs de Paris et fonctionnant, depuis quelques années, avec la participation financière d'une grande partie des États du monde civilisé. Il suffirait qu'un règlement dont nous n'avons pas ici à prévoir les dispositions de détail, vînt étendre le cercle des attributions de ce bureau pour que la science électrique et ses applications de jour en jour plus nombreuses et plus diverses fussent appelées à participer au bénéfice que retirent déjà de son existence tous ceux qui font usage des mesures métriques. »

Digitized by Google

Nous nous associons entièrement à ces conclusions, et nous croyons que leur adoption rencontrera peu de résistance dans le Congrès.

La quatrième proposition surtout, celle qui a trait à la création d'un bureau spécial de surveillance des unités électriques mérite d'être prise en sérieuse considération.

Au point de vue pratique, il suffit en effet d'adjoindre une section nouvelle à la Commission internationale du mètre actuellement installée au pavillon de Breteuil, à Saint-Cloud.

La France aurait ainsi la gloire, après avoir créé le *mètre*, de compléter son œuvre, en consacrant l'existence officielle d'un système coordonné de mesures électriques qui deviendrait en peu d'années le système universel de mesures électriques et imposerait, comme conséquence logique, l'adoption générale du *système métrique*, pour mettre d'accord les unités usuelles et pratiques avec les unités scientifiques.

P. S. Ces lignes étaient écrites lorsque nous avons reçu le projet de programme pour les séances du Congrès que nous reproduisons plus loin (page 191). En lisant ce projet, on verra qu'il n'y a pas un mot à changer à nos conclusions.

PETIT VOCABULAIRE RAISONNÉ DE MAGNÉTISME ET D'ÉLECTRICITÉ

PAR M. ALIBEY SABOURAIN

Avec une Préface de M. W. de Fonvielle[1].

L'Exposition internationale d'électricité a fait éclore un certain nombre de brochures dont quelques-unes répondent à un besoin réel. Tel serait le cas, par exemple, d'un bon vocabulaire des expressions employées en électricité, qui, mis entre les mains du public, lui permettrait de comprendre les termes abstraits qui désignent souvent les phénomènes et les appareils électriques.

Malgré toute la sympathie que nous inspirent les tentatives qui ont pour but de vulgariser la science électrique, nous ne saurions recommander à nos lecteurs le petit vocabulaire raisonné que vient de publier M. Alibey Sabourain, en le faisant précéder d'une préface due à la plume de M. de Fonvielle. S'il faut dire notre pensée tout entière, nous considérons cet ouvrage comme *nuisible*, et de nature à fausser les idées saines et justes qu'il est si difficile d'acquérir dans une science aussi nouvelle que l'électricité.

[1] Au journal l'*Électricité*. Paris.

Digitized by Google

Nous pensons bien, avec M. de Fonvielle, que la première tentative de ce genre ne peut être absolument irréprochable, mais il ne s'agit pas ici d'imperfections et d'inexactitudes, mais d'erreurs profondes, d'idées radicalement fausses, et si le but de M. Sabourain est véritablement d'être utile, le livre est à refaire et l'édition à jeter au feu.

Pour justifier cette opinion, il nous suffira de quelques citations :

Voici d'abord un petit bijou de la préface de M. de Fonvielle (page VIII, lignes 1 à 7) :

« Heureusement, LA SCIENCE ÉLECTRIQUE EST PARFAITEMENT INDÉPENDANTE DE « LA THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR, et de celle qui se figure expliquer « les phénomènes dont elle s'occupe à l'aide du bombardement molé- « culaire. De semblables conceptions n'ont obtenu aucune place dans « ce dictionnaire. C'est ce qui fait son mérite, etc. »

Mais c'est là, au contraire, sa condamnation. Un travail qui, en principe, ne rattache pas la science électrique à la théorie mécanique de la chaleur est un travail jugé à l'avance. Que deviennent les recherches de Joule, de Weber, de Thomson, du Comité de l'Association Britannique, s'il n'y a pas une liaison directe, étroite, indiscutable entre les phénomènes électriques et la théorie mécanique de la chaleur? Que devient le grand principe de la conservation de l'énergie?

Sans parler de nombreuses omissions, quelques-unes des plus importantes, nous signalerons quelques définitions typiques :

Induit. — Soumis à l'induction.

Inducteur. — Qui provoque l'induction.

Induction. — Pas un mot de l'induction magnétique, c'est-à-dire de la découverte de Faraday qui a été l'origine des générateurs *mécaniques* d'électricité.

Dans le petit vocabulaire de M. Sabourain, la machine de Méritens est une machine dynamo-électrique; le seul moteur dont il soit question est le moteur Trouvé; le *potentiomètre* est un appareil servant à la graduation des galvanomètres, le *shunt*, un courant dérivé, etc. Parmi les sources d'électricité, il est question des actions chimiques, de la chaleur, du clivage, du frottement, de la pression, du changement d'état des corps, etc., mais pas un mot du *travail mécanique*. Il semble cependant qu'à l'Exposition d'électricité les quinze cents chevaux-vapeur consacrés à la production du courant électrique comptent pour quelque chose.

Nous arrêterons là nos citations; elles suffisent pour indiquer dans quel ordre d'idées l'ouvrage est écrit. Nous répéterons en terminant que c'est là une œuvre *nuisible*, et que si M. Sabourain a réellement voulu être utile, le livre est à refaire et l'édition à jeter au feu. E. H.

Digitized by Google

COMMUNICATIONS

MEETING INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS

MONSIEUR,

A l'occasion de l'Exposition internationale d'Électricité, la Chambre syndicale de l'Électricité a pris l'initiative d'ouvrir un grand meeting international qui se tiendra à Paris, du 1er au 15 octobre prochain. C'est à ce projet que nous venons demander votre adhésion.

Tandis que le Congrès organisé par le Gouvernement, qui en a nommé les membres, traitera plus spécialement les questions électriques au point de vue de la théorie, le meeting auquel nous vous convions discutera ces questions au point de vue technique et industriel.

Ce meeting sera ouvert sans distinction à tous ceux qui s'intéressent aux applications de l'Électricité.

Les découvertes récentes dont ce merveilleux agent physique a été l'objet l'ont fait pénétrer dans les usages domestiques et industriels où, comme l'eau et le gaz, il tend à prendre une place chaque jour de plus en plus importante.

L'Électricité se produit, se distribue et se consomme. De ces trois états qui en résument tout l'intérêt pratique, c'est le second qui nous a paru le plus particulièrement mériter de fixer l'attention, à cause de son caractère d'urgence et des difficultés que présente sa réalisation immédiate. C'est donc principalement la question des *moyens de transporter* et de *distribuer l'électricité*, en un mot le sujet de la *canalisation électrique* que nous soumettrons aux lumières et aux compétences autorisées qui seront réunies dans le meeting.

Toutefois, nous n'entendons pas fixer des limites aux discussions du meeting, et nous pensons que le cadre du programme que nous venons d'indiquer, bien que présentant une unité de vues dont on comprend la nécessité, sera assez large pour renfermer toutes les questions à l'ordre du jour : lumière, force motrice, téléphonie et, en général, toutes les manifestations de l'activité électrique.

Les discussions qui occuperont les séances du meeting s'établiront sur les mémoires et les communications que nous sollicitons dès à présent de la part de ceux qui ont étudié ces intéressantes questions.

Ces mémoires devront être adressés, avant le 15 septembre, à

Digitized by Google

M. Armengaud jeune, Président de la Commission d'organisation du meeting, au siège de la Chambre syndicale, 10, rue de Lancry.

La cotisation de 30 francs, versée par chaque adhérent au meeting, sera destinée à couvrir les frais d'impression de ces mémoires et de publication des comptes rendus des séances.

Les adhésions et les cotisations devront être adressées à *M. Armengaud* jeune, Président de la Commission du meeting international, 10, rue de Lancry.

Les cotisations seront centralisées entre les mains de M. Boistel, Trésorier de la Commission du meeting.

Le 20 septembre, la Commission convoquera tous les membres adhérents au meeting à une Assemblée générale, entre les mains de laquelle elle remettra les pouvoirs qu'elle tenait de la Chambre syndicale de l'Électricité, et qui nommera dans son sein le Comité chargé de présider aux travaux du meeting.

Nous ne doutons pas, Monsieur, que vous vouliez bien, par votre adhésion, participer à une œuvre dont vous apprécierez la haute portée et dont l'effet sera d'ajouter à l'éclat de l'Exposition en la complétant par un meeting, ouvert à tous, qui formera, en quelque sorte, les grandes assises de l'Électricité.

C'est dans cet espoir que nous vous présentons, Monsieur, l'assurance de notre considération la plus distinguée.

Le Président de la Chambre syndicale de l'Électricité,

H. Fontaine.

La Commission :

MM. Armengaud jeune, *Président.*

M. Leblanc, *Secrétaire.*

Boistel, *Trésorier.*

MM. Bertin, Berthon, Bourdin, Cabanellas, Chrétien, Napoli, *membres.*

Le Guide du visiteur. — Depuis la publication de notre dernier numéro, il s'est produit deux changements dans l'éclairage des salles. Nous les signalons à nos lecteurs : la salle 20, Musée rétrospectif, est éclairée par les lampes à incandescence Joel, et la salle 22, salle de lecture, par des lampes Swan.

Digitized by Google

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS

PROJET DE PROGRAMME

POUR LES SÉANCES DU CONGRÈS INTERNATIONAL D'ÉLECTRICITÉ

PRÉPARÉ PAR LA COMMISSION DÉSIGNÉE PAR LES MEMBRES FRANÇAIS

DANS LA SÉANCE DU 1er AOUT 1881

Le Congrès sera divisé en 3 sections. Ces sections comprendront :

La première, les physiciens, les chimistes, les physiologistes et en général, les personnes qui étudient l'électricité au point de vue théorique;

La deuxième, les télégraphistes et les ingénieurs des chemins de fer;

La troisième, les électriciens et les ingénieurs qui s'occupent des autres applications civiles ou militaires de l'électricité.

Les membres du Congrès pourront se faire inscrire chacun dans plusieurs sections.

Les séances de sections auront lieu à des heures différentes, afin de permettre à tous les membres d'y prendre part.

Les séances du Congrès comprendront :

1° des séances plénières consacrées à la discussion des questions exigeant une entente internationale et comportant par suite un vote du Congrès;

2° des séances de sections, consacrées à l'exposé et à la discussion des questions présentant un intérêt spécial qui peuvent donner lieu utilement à un échange de vues et de renseignements;

3° des séances publiques, sous forme de conférences, dans lesquelles seront exposées, par les membres du congrès, qui voudront bien en accepter la mission, quelques-unes des questions qui attirent en ce moment l'attention.

PREMIÈRE PARTIE

Séances plénières.

QUESTIONS GÉNÉRALES SOUMISES AU CONGRÈS.

1° Unités électriques.

Discussion des mesures à prendre pour arriver à l'adoption générale d'un système international d'unités électriques.

1. Nécessité d'une entente pour l'adoption générale d'un système international de mesures électriques.
2. Choix du système d'unités à adopter et des dénominations à leur donner.
3. Mesures à prendre pour l'établissement, la conservation et la reproduction des étalons internationaux.

Digitized by Google

4. Ne convient-il pas de constituer, à cet effet, une commission internationale?
5. Ne pourrait-on pas rattacher l'organisation de cette commission à celle du Bureau international des poids et mesures?

2° Télégraphie internationale.

Mesures à prendre pour faciliter le service des lignes télégraphiques internationales.

1. Moyens d'assurer l'emploi des mêmes termes et des mêmes unités pour la désignation des éléments qui influent sur le fonctionnement des lignes internationales.
2. Ne serait-il pas possible d'organiser une étude internationale des courants terrestres?
3. Conventions destinées à régler les conditions d'établissement des câbles sous-marins, dans les cas de juxtaposition ou de croisement.
4. Conventions à établir au sujet des signaux distinctifs et des règles de navigation à admettre pour les navires employés à la pose ou au relèvement des câbles sous-marins.

3° Applications diverses de l'électricité.

Mesures à prendre pour faciliter les relations scientifiques internationales en ce qui concerne certaines applications spéciales de l'Électricité [1].

1. *Lumière électrique.* — Mesures à prendre pour faciliter la comparaison des intensités lumineuses.
2. *Électrophysiologie.* — Mesures à prendre pour faciliter la comparaison des effets obtenus dans l'emploi des appareils électro-médicaux.
3. *Paratonnerres.* — Mesures à prendre pour assurer la réunion de renseignements statistiques comparatifs sur l'efficacité des différents systèmes de paratonnerres en usage.

DEUXIÈME PARTIE

Séances de sections.

QUESTIONS SPÉCIALES POUVANT DONNER LIEU A UN ÉCHANGE UTILE D'IDÉES.

Première section.

Théorie. Sources d'électricité. Paratonnerres. Électro-physiologie.

1. Questions concernant la théorie de l'électricité.
2. Questions relatives à la mesure des courants continus ou alternatifs de grande intensité.
3. Questions concernant la physique du globe. Électricité atmosphérique et magnétisme terrestre.
4. Paratonnerres. Discussion des meilleures conditions d'établissement des paratonnerres. Serait-il possible de réunir les éléments d'une statistique internationale concernant l'efficacité comparative des différents systèmes de paratonnerres en usage?
5. Questions concernant l'électro-physiologie. Nécessité de définir d'une façon scientifique les courants dont on fait usage dans les opérations médicales et d'en rattacher la mesure aux unités électriques.

[1] La solution des ces questions spéciales sera préparée par la discussion qui aura eu lieu dans les sections.

Digitized by Google

Meilleurs moyens à employer pour déterminer la nature des phénomènes électriques qui se produisent chez les animaux.

6. Questions réservées à l'initiative des membres.

Deuxième section.

Transmission des signaux et de la parole par l'électricité, télégraphie, téléphone, chemins de fer.

1. *Questions concernant la télégraphie.* — Comparaison de l'emploi des piles et des machines en télégraphie.

Des meilleures conditions d'établissement des lignes télégraphiques aériennes, souterraines et sous-marines, sous le rapport de la conductibilité et de l'isolement.

Avantages et inconvénients de l'emploi des relais sur les grandes lignes.

Dispositions à adopter pour les paratonnerres des lignes télégraphiques. Avantages et inconvénients des fils préservateurs.

2. *Questions concernant la téléphonie.* — Difficultés spéciales que présente l'installation des lignes téléphoniques. Causes des perturbations.

3. *Questions concernant les chemins de fer.* — Application de l'électricité au service de sécurité des chemins de fer.

Comparaison des systèmes de signaux automatiques et mixtes.

4. *Questions réservées à l'initiative des membres du Congrès.*

Troisième section.

Applications industrielles de l'électricité.

1. *Questions concernant l'éclairage électrique.* — Mesure de l'intensité lumineuse des sources électriques. Comparaison des divers procédés photométriques. A défaut d'une unité absolue pour la mesure des intensités lumineuses, existe-t-il un type qui puisse être recommandé comme étalon international? Est-il possible d'établir des règles simples pour les mesures photométriques?

Comparaison des effets des machines à courants continus ou alternatifs.

Conditions spéciales à l'application de la lumière électrique pour l'éclairage des villes, des ateliers, des mines, des appartements, des phares, des navires, etc...

2. *Questions concernant la transmission des forces à distance par l'électricité.* — Emploi de l'électricité pour la transmission des forces à distance, faits connus et résultats acquis, difficultés à résoudre. Utilisation des forces naturelles au moyen de l'électricité.

Applications diverses.

3. *Distribution industrielle de l'électricité.*

4. *Horlogerie et Chronographie électriques. Appareils enregistreurs et instruments de précision. Application à la géodésie.*

5. *Électro-métallurgie et applications de l'électricité à la chimie.*

6. *Questions réservées à l'initiative des membres du Congrès.*

TROISIÈME PARTIE

Conférences publiques.

PROGRAMME RÉSERVÉ.

Parmi les sujets qui pourraient être traités, en conférences publiques, la Commission signale spécialement les suivants :

Digitized by Google

1. Sur les mesures électriques.
2. Sur l'éclairage électrique.
3. Sur la transmission des forces par l'électricité.
4. Sur la téléphonie et ses applications.
5. Électricité atmosphérique. Paratonnerres.
6. Magnétisme terrestre.

Paris, le 17 août 1881.

FAITS DIVERS

—

Petites nouvelles de l'Exposition. — L'exposition est ouverte au public le soir de huit heures à onze heures, depuis le samedi 27 août. Le vendredi 26 a eu lieu en présence de la presse une séance d'essai dont les exigences de notre tirage ne nous permettent pas de rendre compte d'une façon détaillée. Disons seulement que les auditions téléphoniques ont obtenu un immense succès et qu'elles suffiraient seules à assurer le succès de l'Exposition. Le palais illuminé produit un effet merveilleux malgré quelques défaillances inévitables qui se produisent toujours dans une séance d'essai.

Lorsque paraîtront ces lignes tout aura été réglé, et nous pourrons, dans notre prochaine livraison, passer en revue tous les systèmes, en faisant ressortir impartialement leurs avantages et leurs inconvénients, leurs qualités et leurs défauts, mais nous devons avant tout, rendre hommage aux efforts de chacun pour *bien faire* et constater que la plupart y ont réussi.

—

Les sociétés savantes et les sociétés des anciens élèves des écoles spéciales s'organisent pour faire des visites en corps à l'Exposition internationale d'Électricité.

Les premières visites de cette nature que nous devions signaler sont celles organisées chaque samedi, de dix heures à midi par le groupe de Paris de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale des arts et manufactures. Cette puissante association, qui compte de nombreux représentants dans toutes les branches de l'industrie visitera l'exposition méthodiquement, classe par classe, sous la direction de spécialistes, anciens élèves de l'école ; on peut être sûr à l'avance que ces visites seront intéressantes, utiles et fructueuses, et le succès leur est assuré.

D'autre part, la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres tiendra une grande séance à Paris le 21 septembre et la Société française de physique

Digitized by Google

organise deux séances supplémentaires, pendant la durée du congrès, qui ne manqueront pas de présenter un très grand intérêt.

—

L'*Engineering* conseille, avec juste raison, aux visiteurs de l'Exposition d'Électricité de ne pas trop s'approcher des machines dynamo-électriques, sans avoir eu le soin de laisser à la maison les montres de prix et les chronomètres.

En effet, le champ magnétique puissant produit dans un certain rayon autour de ces machines aimanterait bien vite le spiral, le compensateur et toutes les pièces d'acier qui mettraient la montre hors de service jusqu'à ce que toutes les pièces aimantées soient remplacées.

—

Un accumulateur de chaleur. — La mode est aux accumulateurs. Après l'accumulateur électrique, voici l'accumulateur direct de chaleur qui laisse bien loin derrière lui tout ce qui a été fait jusqu'ici dans la question de l'emmagasinement de l'énergie.

Si l'on en croit le reporter du *New-York World* — un confrère du *New-York Herald* auquel, dans les questions scientifiques, il faut accorder une confiance médiocre en général, et nulle pour le cas particulier — un certain M. Paul Carrière (?), dont le susdit reporter a récemment visité le laboratoire, vient d'inventer un appareil merveilleux auquel il a donné le nom de *thermophère.* Cet appareil réalise relativement à la chaleur ce que les piles secondaires réalisent depuis plus de vingt ans pour l'électricité.

C'est à proprement parler, *de la chaleur en bouteilles*, mais dans des bouteilles de dimensions considérablement réduites, puisqu'une boîte cubique de cinq centimètres de côté doit, d'après le reporter du New-York World, suffire au chauffage d'une maison pendant tout un long hiver.

C'est le cas de rappeler le proverbe :

A beau mentir qui vient de loin.

A quand la mise en actions des accumulateurs de chaleur de M. Carrière?

BOITE AUX LETTRES

—

M. E. de M. Bologna. Les Lampes Edison ont une très grande résistance, il faut donc, pour les porter à l'incandescence, un assez grand nombre d'éléments disposés en tension. Supposons, par exemple, que la lampe ait 100 ohms de résistance, que l'intensité nécessaire à une bonne lumière soit de 1 weber, et que la résistance intérieure des couples secondaires soit négligeable, on a la formule :

$$I = \frac{nE}{R + nr}.$$

Digitized by Google

Dans cette formule I = 1 weber.

n. nombre des éléments à déterminer.

R. résistance de la lampe = 100 ohms.

nr. résistance des *n* éléments en tension, qu'on peut négliger.

E. force électro-motrice d'une pile secondaire = 2,15 volts.

En substituant aux lettres leurs valeurs on a :

$$1 = \frac{n \times 2{,}15}{100}$$

ou

$$n = \frac{100}{2{,}15} = 46{,}5.$$

Il faudra donc *au moins* 47 éléments montés en tension.

Il est bien certain qu'avec des lampes de moindre résistance, le nombre des éléments serait beaucoup diminué. On pourra, je crois, le réduire à dix ou douze. Nous vous ferons connaître les résultats de nos expériences dans ce sens.

M. Ellas. C. G., à Paris. Votre lettre est intéressante et spirituelle, mais vous devinez sans peine pourquoi nous nous interdisons de la publier : ce serait mettre à feu et à sang la république des électriciens. Nous espérons recevoir bientôt votre lettre plus sérieuse annoncée à la fin de vos *guêpes* électriques.

M. A. V., à Bordeaux. Nous évitons, autant que possible, dans la boîte aux lettres de donner les adresses des fabricants. Pour ceux dont vous nous parlez, consultez le catalogue général officiel. Vous y trouverez tous les renseignements que vous désirez.

M. *V. B.*, à Grenoble. On donne de faibles dimensions aux piles non pas, comme l'indiquent certains auteurs, pour augmenter leur résistance et *par suite* leur tension, — ce par suite est une hérésie, — mais simplement pour diminuer leur poids. L'augmentation de résistance est une conséquence *inévitable* de la diminution de dimensions, la force électro-motrice n'y gagne rien.

M. *H. R.*, à Lyon. C'est vers le 15 septembre que votre voyage à Paris pourra être le plus fructueux. Le congrès sera réuni, le jury fonctionnera, et les installations seront entièrement terminées.

Les directeurs :
N. DE KABATH — G. MASSON

Le gérant : G. MASSON

5982. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

LE MÉTÉOROGRAPHE UNIVERSEL

DE MM. VAN RYSSELBERGHE ET SCHUBART

Bien que la météorologie soit une science dont on s'occupe depuis longtemps, ce n'est cependant que depuis peu d'années que l'étude en est faite rationnellement et que des progrès réels peuvent être signalés. Ce n'est point ici le lieu de les indiquer en détail; mais il n'est pas possible de ne pas rappeler le rôle important que l'électricité a joué dans le développement de nos connaissances dans cet ordre de question. Laissant entièrement de côté l'étude de l'électricité atmosphérique, étude qui mérite d'être faite à part, il n'est pas douteux que l'essor qu'a pris la météorologie est dû à la transmission rapide par le télégraphe des observations faites dans les diverses stations, non pas seulement d'un même pays, mais de l'Europe entière. Nous ne voulons pas revenir sur le détail de l'organisation que Le Verrier a eu l'honneur d'établir et qui s'est depuis développée d'une manière fructueuse; mais nous voulons indiquer des projets d'amélioration qui paraissent pratiques et qui seraient rendus possibles, faciles peut-être même par une nouvelle application spéciale de l'électricité.

Nous pensons, et nous croyons n'être pas les seuls à partager cette opinion, que les observations météorologiques présentent un intérêt d'autant plus grand qu'elles sont plus fréquentes; aussi divers systèmes d'enregistrement continu ont-ils été essayés et appliqués, mais ils exigent des installations très coûteuses et ne sont pas sans présenter des difficultés d'application. M. Van Ryssel berghe s'est proposé d'obtenir l'enregistrement, même à distance, d'observations sinon continues, au moins très fréquentes; il est parvenu à atteindre ce résultat par l'emploi d'appareils électriques et il obtient, par son *météorographe universel*, les résultats de cet enregistrement sur des plaques de cuivre gravées qui permettent d'obtenir ensuite des épreuves

Digitized by Google

imprimées en aussi grand nombre que l'on veut. L'appareil est intéressant dans ses dispositions; depuis trois ans il fonctionne *sans interruption* à l'observatoire royal de Bruxelles; il mérite donc d'être décrit avec quelques détails. Nous dirons ensuite quel parti il semble qu'on en puisse tirer pour l'avenir.

L'appareil est installé et fonctionne dans la section belge de l'Exposition (Transept, côté Sud-Est) et enregistre directement les observations météorologiques prises à Bruxelles.

Le système de M. Van Rysselberghe est dans l'esprit de l'auteur absolument universel, c'est-à-dire qu'il serait capable d'enregistrer des phénomènes quelconques; l'appareil exposé n'enregistre que les résultats de six observations diverses, nous nous bornerons à le décrire tel qu'il est; il sera facile d'ailleurs, pensons-nous, de comprendre comment il devrait être modifié, ou plutôt, complété pour répondre à d'autres besoins.

L'appareil que nous avons en vue, et qui a été construit par M. Schubart, paraît compliqué au premier abord; en réalité, et suivant une expression fort juste de M. Van Rysselberghe, il est plutôt *complexe*, et sa complexité provient de ce qu'il représente la superposition de divers appareils qui isolément sont simples.

Nous expliquerons d'abord à quoi se réduirait l'appareil s'il y avait à enregistrer un phénomène unique, puis nous montrerons successivement comment le mécanisme devra se modifier pour l'enregistrement d'un phénomène d'un autre ordre et nous terminerons par une description générale de l'appareil tel qu'il se présente au Palais de l'Industrie.

Baromètre. — Soit à enregistrer la pression barométrique, on fera usage d'un baromètre à siphon dont les deux branches ont le même diamètre, de telle sorte qu'il suffira de noter les variations de niveau dans la branche ouverte.

Imaginons un cylindre enregistreur C monté sur un axe vertical, auquel, à des intervalles déterminés, dix minutes par exemple, un moteur d'horlogerie fera faire une révolution complète; l'axe de ce cylindre porte deux demi-roues dentées B_1 et B_2 qui tournent avec lui et engrènent avec une roue unique D dont l'axe porte une autre roue qui dans son mouvement entraîne

Digitized by Google

la crémaillère E. Pour un tour complet du cylindre C on aura pour la roue D et la crémaillère E deux mouvements identiques et de sens contraires, de telle sorte qu'une tige d'acier, une *sonde* S descendra d'abord d'une certaine quantité pour remonter ensuite de la même quantité. D'autre part, devant le cylindre se trouve un système M monté sur une vis parallèle à l'axe du cylindre et qui, immobile pendant la rotation de ce cylindre descend d'une quantité égale entre deux rotations successives.

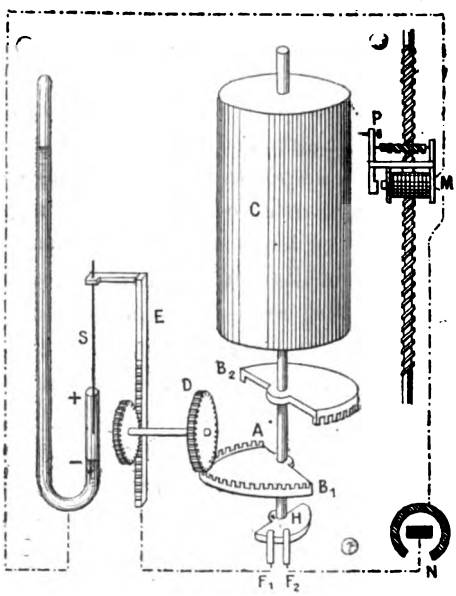


Fig. 1.

Ce système porte un burin à pointe de diamant qui, normalement, est écarté du cylindre par l'action d'un ressort, mais qui peut s'en rapprocher sous l'influence de l'électro M lorsque celui-ci est traversé par un courant; dans ce cas le burin appuie sur la surface du cylindre et fait un trait dont la longueur dépend du temps pendant lequel l'attraction de l'électro-aimant s'est produite.

Ajoutons que le pôle positif d'une pile N est en relation (rela-

Digitized by Google

tion que nous supposerons d'abord directe) avec la crémaillère E et la sonde S, et que d'autre part un fil partant du pôle négatif communique à l'électro-aimant et de là au mercure du baromètre; le circuit sera ouvert tant que la sonde S ne sera pas en contact avec le mercure, mais le courant s'établira aussitôt que le contact aura lieu.

Ceci posé, il est facile de comprendre ce qui va se passer au moment où, après une période de repos, le cylindre entrera en mouvement. La sonde S descendra aussitôt, mais le courant ne passera pas et, par suite, le burin restera écarté du cylindre jusqu'au moment où la pointe de la tige S rencontrera la surface du ménisque; le circuit étant alors immédiatement fermé, le courant traversera l'électro, le burin basculera et viendra tracer une entaille sur le cylindre. Il est clair que le point où commencera l'entaille variera de position sur le cylindre suivant la distance plus ou moins grande que la pointe S parcourt avant de rencontrer le mercure, c'est-à-dire suivant la hauteur à laquelle se trouve la surface de ce liquide à l'instant de l'observation. Le commencement du trait, rapporté à une génératrice déterminée à l'avance sur le cylindre permettra donc de fixer la position du ménisque mercuriel et, conséquemment, la valeur de la pression barométrique.

S'il n'existait pas une disposition spéciale que nous allons indiquer, voici ce qui se passerait : la sonde après avoir descendu pendant la moitié de la rotation du cylindre, remonterait; et l'entaille faite par le burin se prolongerait jusqu'au moment où la pointe sortirait du mercure; on aurait ainsi pour la fin de l'entaille une position qui permettrait également de déterminer la hauteur barométrique; mais, outre que cette indication double est inutile, cette disposition présenterait l'inconvénient que, à l'instant de la sortie, il jaillirait une petite étincelle, ce qui ne tarderait pas à oxyder le mercure et à mettre l'appareil hors d'usage.

Pour éviter cet inconvénient grave, le circuit n'est pas direct entre la pile et la crémaillère, mais comprend un commutateu constitué par une demi-roue métallique sur laquelle viennen s'appuyer deux frottoirs F_1 et F_2; cette roue est calée de telle sorte que le frottoir F_1 cesse d'être en contact avec elle au mo-

Digitized by Google

ment où la crémaillère E ayant terminé son mouvement descendant commence à monter. A cet instant le courant cesse de passer et le burin ramené en arrière n'entaille plus le cylindre. Comme cette rupture du courant se produit au point le plus bas de la course de S, le courant a cessé avant le moment où la pointe sort du liquide; aucune étincelle de rupture n'est donc à craindre.

Le cylindre ayant terminé sa révolution s'arrête, mais après dix minutes, les mêmes effets se reproduisent avec cette seule différence que le burin P a descendu d'une certaine quantité et que le trait qu'il va produire parallèlement au premier ne se confondra pas avec celui-ci. Si la pression barométrique n'a pas changé, l'entaille commencera à la même fraction de tour du cylindre, sur la même génératrice; elle commencera plus tôt si la surface du mercure s'est élevée, plus tard si elle s'est abaissée et, le cylindre ayant un mouvement uniforme, la distance des extrémités sera proportionnelle au déplacement du ménisque; il résulte de là que la courbe constituée par les extrémités de toutes ces entailles fera connaître les variations de la pression atmosphérique.

Comme, d'autre part, la rupture du courant se produit toujours au même instant de la révolution du cylindre, les entailles doivent cesser sur une même génératrice et l'on serait averti de toute irrégularité de marche, parce que la ligne formée par ces extrémités ne serait pas une ligne droite.

En réalité, l'appareil présente une disposition un peu différente dont voici l'utilité: comme on enregistre les variations du mercure dans la branche ouverte, le niveau monte quand la pression barométrique diminue, et descend quand celle-ci augmente. Les tracés devraient donc être interprétés en sens contraire de leurs indications, ce qui ne présenterait pas à la rigueur une grande difficulté. Mais on peut facilement obvier à ce petit inconvenient; à cet effet, l'électro-aimant est actionné, non directement par la pile R (fig. 2), mais par l'intermédiaire d'un relais correspondant à une pile locale N. Le courant de cette pile agit dès que le cylindre tourne et l'entaille se produit jusqu'au moment où la sonde touche le mercure; l'action du courant qui s'établit alors dans le circuit de R rompt le courant du relais et le burin

Digitized by Google

s'écarte du cylindre. Cette action de relais est trop simple pour qu'il soit nécessaire d'insister davantage.

Nous ajouterons enfin que la roue métallique sur laquelle s'appuient les frottoirs F_1 et F_2 (fig. 1) est en réalité constituée par deux roues concentriques, l'une d'elles est à jante lisse et le frottoir correspondant appuie constamment; l'autre, qui est en communication métallique avec la première, présente à sa circonférence des entailles régulièrement espacées; le frottoir, terminé par une arête vive, est porté par un ressort qui assure le contact

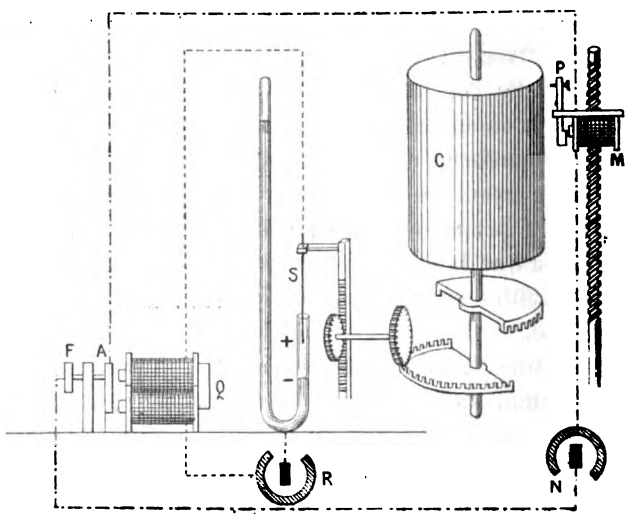


Fig. 2.

tant que cette arête ne se trouve pas en face d'une entaille, mais ce ressort porte une petite pièce isolante qui est située immédiatement avant le frottoir et qui empêche celui-ci de descendre au fond de l'entaille parce qu'elle s'appuie contre la partie voisine non entaillée. Donc, pendant tout le temps que le frottoir sera en face de l'entaille, le courant sera interrompu dans tout le circuit qui comprend ces frottoirs. Si donc l'électro-aimant est directement dans le circuit le trait correspondant sera interrompu au moment où le frottoir passera devant chaque entaille; comme ces entailles se présentent régulièrement, les interruptions seront disposées de manière à former des lignes

Digitized by Google

droites dans l'ensemble des tracés correspondant à une certaine période. Si, au contraire, l'électro-aimant qui actionne le burin est dans le circuit commandé par un relais, le trait qui ne se produit pas tant que le frottoir est en contact avec la roue apparaît lorsqu'il est en face d'une entaille, de telle sorte que le burin trace un trait court, un point; l'ensemble de ces traits donne alors, après une certaine période, un trait noir sur fond blanc.

Outre que ces traits, qui sont fort distincts, permettent de faire plus facilement les lectures et les comparaisons, par leur régularité ils témoignent du bon fonctionnement de l'appareil; les épreuves exposées, et qui correspondent à l'année 1879, montrent que, à cet égard, l'appareil est dans d'excellentes conditions.

Thermomètre et psychromètre. — On comprend aisément que le principe précédemment expliqué puisse être utilisé pour l'enregistrement des observations thermométriques, ce qui permet non seulement de déterminer la température, mais aussi l'état hygrométrique, car si l'on obtient comparativement la température donnée par un thermomètre à boule sèche et celle donnée par un thermomètre à boule mouillée, dont l'ensemble constitue un psychromètre, on en pourra déduire l'état hygrométrique.

Mais il se présente une difficulté pour ces observations : on ne peut en effet admettre que la sonde pénètre dans le mercure du thermomètre comme cela a lieu pour le baromètre, à cause du faible diamètre du tube; la colonne mercurielle serait promptement divisée. Il est donc nécessaire d'arrêter le mouvement de la sonde au moment où elle touche la surface du mercure. D'autre part, pour établir aisément la comparaison entre les températures données par les deux thermomètres, le thermomètre sec T et le thermomètre mouillé T′ qui marque toujours une température plus faible que T, on dispose l'appareil de manière que le burin trace une entaille tant que la sonde S n'a pas rencontré le mercure, puisque le burin s'écarte alors du cylindre jusqu'à ce que la sonde S′ vienne à toucher le mercure de T′ et trace une entaille jusqu'au moment où tout courant est interrompu comme nous l'avons expliqué. On comprend que les extrémités des deux entailles donnent les températures de T et

Digitized by Google

de T′ et que l'intervalle blanc qui les sépare donne la différence de température.

Voici la disposition qui permet d'obtenir ces résultats : les tiges des thermomètres T et T′ d'abord horizontales se redressent

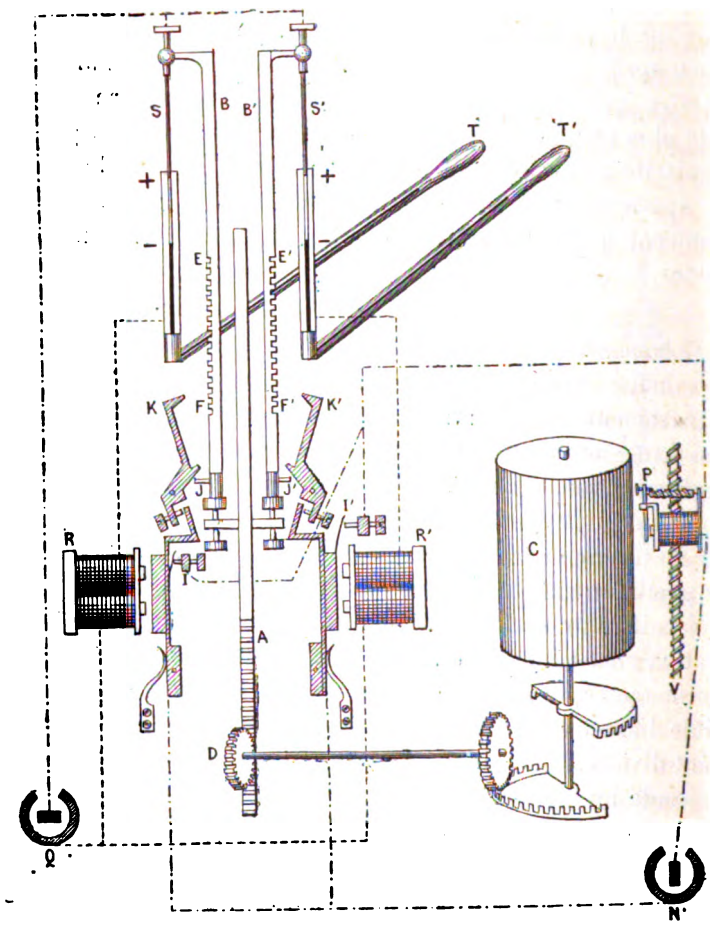


Fig. 3.

verticalement. A chacune de ces tiges, qui sont ouvertes supérieurement, correspond une sonde S et S′ portée par une tige verticale BEF,B′E′F′ présentant une fine denture vers sa partie inférieure. Ces tiges indépendantes l'une de l'autre s'appuient chacune sur une pointe de vis adaptée à la tige à crémaillère

Digitized by Google

mise en mouvement par la roue D. Ces deux sondes sont reliées au pôle +, tandis que le mercure des thermomètres est relié au pôle négatif par l'intermédiaire d'un fil qui passe sur deux électro-aimants R et R′ qui entreront en action respectivement lorsque la tige correspondante touchera la surface mercurielle.

Ces électro-aimants ont deux fonctions distinctes : lorsque l'électro R agit il attire son armature dont l'extrémité butte contre une pièce mobile K qui bascule aussitôt et dont l'extrémité supérieure en forme de doigt pénètre entre deux dents de EF et empêche cette tige et la sonde correspondante S de descendre davantage; la tige E′F′ et la sonde S′ continuent à descendre jusqu'à ce que cette dernière pièce soit venue au contact du mercure de T′ qui est à un niveau inférieur à celui de T. A cet instant le même effet se produit absolument et le mouvement de la seconde tige est arrêtée; la crémaillère engrenant avec la roue D continue à se mouvoir seule jusqu'à ce que le sens de la rotation de D change : la crémaillère remonte alors et revient nécessairement repousser les deux tiges EF et E′F′ qui remontent également jusqu'à leur position limite ; avant d'atteindre cette position deux taquets J et J′ portés par ces tiges ont agi sur les pièces basculantes K et K′ et les ayant ramenées à leur position primitive, le système se trouve disposé dans les conditions où il se présentait avant l'observation.

D'autre part les électro-aimants R et R′ agissent comme relais : il y a, en effet, un circuit local comprenant une pile N et dont fait partie l'électro du burin, circuit formant dérivation d'un côté par un fil aboutissant à la palette de l'électro R, de l'autre par un second fil aboutissant à la palette de l'électro R′. La première dérivation est fermée en I quand l'électro R n'est pas en action et ouverte quand il est traversé par le courant. Au contraire, la deuxième dérivation est ouverte en I quand l'électro R′ n'agit pas et se ferme quand il entre en action. Ceci posé, il est facile de comprendre le fonctionnement de l'appareil : dès que la roue D entre en mouvement au commencement de chaque observation, le courant de N passe par la première dérivation en I et le burin trace une entaille ; la sonde S rencontre le mercure de T, le courant de Q passe dans l'électro-aimant R, la tige EF est immobilisée, il y a rupture de la première dérivation en I, le burin

Digitized by Google

s'écarte du cylindre; quelques instants après, la sonde S' rencontre le mercure de T', le courant de Q passe en R', la pièce K' bascule. la tige E'F' est immobilisée, en même temps le courant s'établit par I dans la deuxième dérivation et le burin s'applique contre le cylindre pour y faire une entaille qui se prolonge jusqu'au moment où tout courant est interrompu au moment du changement de sens de la rotation de la roue D.

Udomètre.— L'eau provenant de la pluie est recueillie dans un udomètre ou pluviomètre formé d'un entonnoir dont la surface de base est déterminée et qui amène l'eau au-dessus d'une

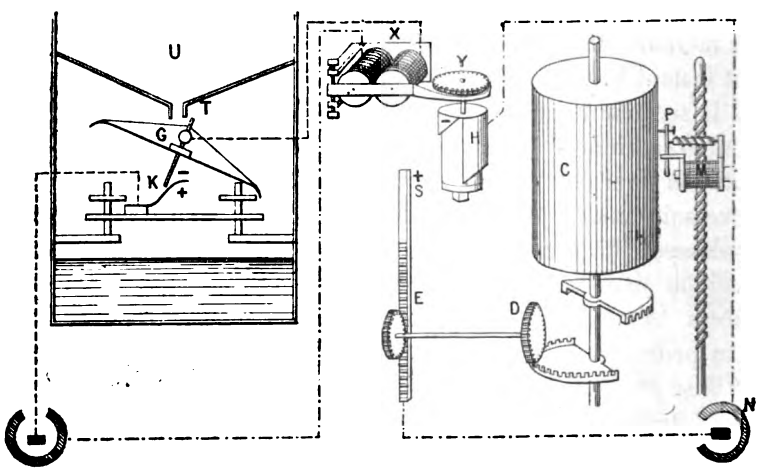


Fig. 4.

bascule à augets qui s'incline alternativement dans un sens et dans l'autre chaque fois que 10 grammes d'eau sont tombés dans l'un des augets (Les dimensions de l'udomètre sont calculées de manière que ce poids corresponde exactement à une épaisseur d'eau tombée de 0,1 mm.), chaque oscillation ferme un circuit comprenant une pile et un électro-aimant X qui agit sur une palette terminée par un doigt qui est en contact avec une roue à rochet qui avance ainsi d'une dent à chaque mouvement de la palette, c'est-à-dire pour chaque millimètre d'eau tombée. A la roue à rochet est adapté un cylindre H présentant en relief à sa surface une pièce métallique taillée en hélice qui est en commu-

Digitized by Google

nication avec le pôle — du circuit comprenant l'électro du burin graveur, tandis que le pôle + du même circuit est en communication avec une tige verticale mise en mouvement par la roue D et portant à son extrémité supérieure un doigt métallique S. La tige est placée de manière à rencontrer la surface du cylindre H et le courant s'établira lorsque le doigt S rencontrera la plaque métallique hélicoïdale ; à ce moment, le courant passera dans l'électro M, le burin fera une entaille qui se continuera jusqu'au moment où la roue D et la tige commenceront à se mouvoir en sens inverse, ce qui interrompt tout courant, comme nous l'avons déjà expliqué. La longueur de l'entaille sera proportionnelle à la longueur de la partie de génératrice suivant laquelle il y aura eu contact entre le doigt S et la plaque métallique à partir de la position qui correspond à l'origine de l'hélice : cette longueur est elle-même proportionnelle à l'angle dont a tourné le cylindre H et la roue à rochet, et par suite à la quantité d'eau tombée.

Girouette. — On se propose de déterminer la direction du vent d'après la position de la girouette : la disposition adoptée permet de préciser 8 directions principales et d'indiquer les 8 directions intermédiaires : on comprendra facilement que la même disposition s'adapterait à un nombre quelconque de directions.

Un disque métallique PQ (fig. 5) est lié invariablement à l'axe A de la girouette de manière à tourner avec elle ; il porte un secteur de verre N′ correspondant à 1/16 de la circonférence et dont le milieu donne précisément la direction de la girouette. D'autre part, une couronne de bois, isolant, fixe, placée au-dessous du disque métallique, porte neuf frottoirs dont les extrémités viennent s'appuyer sur le disque métallique : huit d'entre eux correspondent aux directions des points cardinaux (N,NW,W,SW, etc.), et, lorsque le disque tourne, le secteur de verre vient passer nécessairement sous chacun d'entre eux : ses dimensions sont telles évidemment qu'il est toujours en prise au moins avec l'un de ces frottoirs et qu'il peut être en contact avec deux consécutifs au plus. Chacun de ces frottoirs correspond par un fil avec une pièce métallique incrustée dans une tige isolante sur laquelle vient frotter un ressort F′ porté par une tige CD qui reçoit de

Digitized by Google

l'horloge motrice un mouvement comme toutes les sondes déjà décrites : cette tige est en rapport avec le pôle positif de la pile.

Le neuvième ressort R qui communique au pôle négatif de la même pile s'appuie également sur le disque métallique mais à

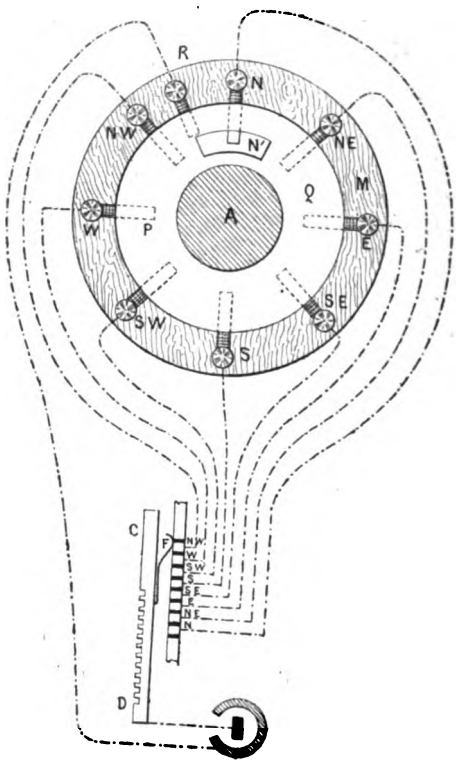


Fig. 5.

une distance du centre telle qu'il ne rencontre jamais le secteur de verre.

Le fonctionnement de cet appareil se conçoit aisément : lorsque le frottoir F passe sur la tige fixe le circuit est fermé, et par suite le burin trace une entaille, lorsque le frottoir passe sur une des pièces métalliques, à moins que le ressort fixe de la girouette qui lui correspond ne soit en contact avec le secteur de verre. Dans ce cas, le courant ne passera pas et l'entaille présentera une interruption : si le vent est du N, l'entaille manquera pour la pièce correspondante N, elle manquerait pour la pièce NW si le

Digitized by Google

vent était du NW, et s'il était intermédiaire entre ces deux directions les deux ressorts N et NW seraient l'un et l'autre en prise avec le secteur de verre et le courant manquerait pour les deux pièces correspondantes. Il importe d'ailleurs de remarquer que les entailles correspondant à chaque direction sont séparées les unes des autres, puisque les pièces métalliques sur lesquelles glisse le frottoir F sont séparées également par des parties isolantes.

Anémomètre.—La vitesse du vent est déterminée à l'aide d'un anémomètre de Robinson, c'est-à-dire que l'appareil inscrit le nombre de tours effectués dans l'intervalle de 10 minutes, ou pour mieux dire inscrit la vitesse moyenne qui correspondrait à ce nombre de tours(fig. 6 et 7).

L'anémomètre, à chaque tour, envoie un courant dans un circuit qui comprend l'électro-aimant M dont nous expliquerons tout à l'heure l'action. A cet effet l'axe A passe au centre d'un disque isolant sur lequel est une pièce KL pressée par un ressort contre une roulette isolante R; ce levier porte une pièce de verre I qui le sépare, à l'état de repos, d'un ressort R, qui correspond au pôle + d'un circuit comprenant une pile, tandis que le levier KL est en communication avec le pôle. — A l'état de repos, le courant ne passe donc pas.

D'autre part, l'axe A entraîne dans sa rotation une sorte de marteau MN qui, par l'action d'un ressort *r* agissant sur un galet, est appliqué contre la roulette R lorsque l'anémomètre tourne : la roulette agissant sur NM l'écarte de sa position d'équilibre, en tendant le ressort *r*, jusqu'à ce que l'extrémité M dépasse la roulette, le ressort *r* se débande brusquement, il y a choc de M sur l'extrémité L du levier KL et, par suite de ce choc, un contact instantané s'établissant entre L et le ressort R, le circuit est fermé et le courant passe.

Cette disposition a dû être employée afin d'éviter que l'anémomètre restant au repos dans une position particulière le courant ne passât d'une manière continue ; tandis qu'ainsi il ne peut y avoir de courant qu'après chaque tour réellement effectué, et le courant cesse aussitôt quelle que soit la position de l'anémomètre.

Digitized by Google

Le courant ainsi envoyé par l'anémomètre passe dans un électro M qui, par l'intermédiaire de la palette A agit sur une roue à rochet qui avance ainsi d'une dent à chaque tour de l'anémomètre. La roue à rochet à l'aide d'une vis sans fin et de roues dentées, fait monter une tige C dont le déplacement est dès lors proportionnel au nombre de tours de l'anémomètre pendant le temps considéré : cette tige porte un doigt qui correspond au pôle du circuit comprenant l'électro du burin graveur.

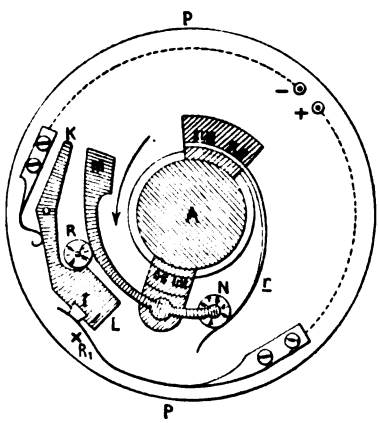


Fig. 6.

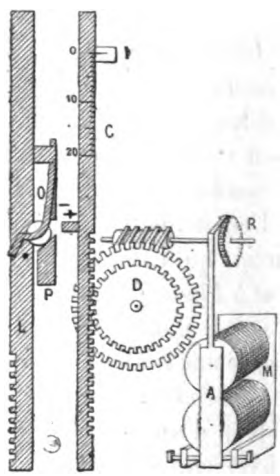


Fig. 7.

A côté de cette tige se meut, sous l'action de la roue D du système moteur, une tige portant également un doigt O qui représente le pôle du même circuit. Lorsque cette tige commence à descendre, le courant ne passe pas, il commence seulement au moment où la pièce O rencontre le doigt C, d'autant plus tôt par conséquent que celui-ci est plus élevé, que l'anémomètre a effectué un plus grand nombre de tours. A cet instant, le burin commence à agir ; la tige L continuant à descendre, presse contre le doigt C et force cette tige à descendre également, ce qui est possible parce que la roue qui commande la crémaillère est montée seulement à frottement doux sur un axe. Cette crémaillère est ainsi ramenée à sa position initiale qui correspond à celle où le mouvement de la tige L change de sens ; comme, pendant ce temps, le courant a continué à passer, l'entaille se trouve pro-

Digitized by Google

longée et sa longueur, proportionnelle au déplacement de C, mesure par conséquent le nombre de tours de l'anémomètre et la vitesse moyenne du vent.

Nous avons insisté quelque peu sur les détails qui précèdent parce que chaque appareil correspond à une série de conditions particulières, bien que toutes les dispositions dérivent du même principe général : il ne serait pas difficile de concevoir des combinaisons analogues qui permettraient d'enregistrer également d'autres phénomènes d'ordre quelconque.

Nous n'entrerons pas dans les détails qu'exigeraient la description complète de l'appareil de MM. Van Rysselberghe et Schubart, appareil dans lequel les diverses dispositions précédentes ont dû être combinées de manière à faire usage successivement pour les divers phénomènes du mouvement produit par la même force motrice et des mêmes courants. Nous nous bornerons à donner les indications générales suivantes :

Le moteur qui communique le mouvement à tout le système, tant au cylindre enregistreur qu'aux diverses sondes et autres pièces mobiles, est relié à un régulateur à ailettes qui assure la régularité du mouvement. Celui-ci est arrêté par un embrayeur qui se trouve dégagé de 10 en 10 minutes par le passage d'un courant : ce courant se produit au moment où l'aiguille des minutes de l'horloge vient rencontrer un contact métallique en platine : six contacts analogues sont répartis à égale distance sur la circonférence de l'horloge. L'embrayeur reste soulevé et le mouvement du cylindre récepteur continue jusqu'à ce que celui-ci ait effectué une révolution totale à la fin de laquelle l'enclanchement se produit automatiquement.

Le mouvement est communiqué à la roue conique D comme nous l'avons indiqué, d'une part; et, d'autre part, au commencement de la révolution, et avant que la roue D ne soit mise en mouvement, la vis sur laquelle est monté le système graveur tourne d'un certain angle de telle sorte que celui-ci descend d'une quantité correspondante : une disposition facile à concevoir, fait que toutes les deux heures, la rotation est un peu plus grande de telle sorte qu'il existe un écartement plus grand entre les traits correspondants, ce qui facilite la lecture du diagramme.

La pile est composée de 20 éléments de Meidinger divisés en

Digitized by Google

deux séries de 10 que l'on réunit par leur pôles négatifs. Une de ces séries est destinée à agir sur l'électro-aimant du burin, l'autre est destinée à agir successivement sur les bobines des différents relais. Cette batterie fonotionne six mois sans interruption.

Voici maintenant l'ordre qui a été adopté pour l'enregistrement des divers phénomènes :

1° Dès le début, et sans l'intermédiaire d'aucun indicateur, le courant est lancé dans l'électro du burin; le trait commence;

2° La sonde du thermomètre sec touche le mercure, le burin cesse de graver;

3° La sonde du thermomètre mouillé touche le mercure correspondant, le burin recommence l'entaille ;

4° Le courant est interrompu par le mécanisme moteur à un instant invariable, indépendant des instruments indicateurs;

5° Il est rétabli par le passage de l'observateur métallique sur l'hélice de l'udomètre; puis il cesse;

6° Il est rétabli par le passage sur l'indicateur de la girouette, sauf interruption pour la pièce ou les pièces qui donnent la direction du vent existant;

7° Une seconde fois le courant est envoyé dans l'électro-aimant du burin par le moteur; il cesse lorsque la sonde du baromètre rencontre le mercure;

8° Enfin le courant est établi une dernière fois au moment de l'enregistrement de la vitesse du vent et cesse définitivement; d'autre part, le moteur est enclanché et tout rentre au repos jusqu'à la prochaine période d'observations.

En réalité, le burin ne trace pas directement les entailles qui serviront à l'impression : la feuille métallique enroulée sur le cylindre récepteur est recouverte d'une couche de vernis gras de graveur; le diamant du burin entame la couche de vernis et creuse un léger sillon dans le métal. Lorsque la feuille est remplie, on augmente la profondeur du sillon par les procédés employés par les graveurs et la planche est prête pour l'impression. On peut ensuite tirer autant d'épreuves qu'il est jugé nécessaire, tout en conservant la planche qui pourra servir ultérieurement à faire un nouveau tirage.

Ainsi que nous l'avons dit, le météorographe universel de MM. Van Rysselberghe et Schubart a subi pendant une période

Digitized by Google

assez longue l'épreuve de la pratique : il est prouvé que l'on peut compter sur un fonctionnement régulier, même lorsque l'appareil enregistreur est à grande distance des appareils d'observation (Bruxelles à Paris). Aussi M. Van Rysselberghe propose-t-il d'en généraliser l'emploi et a-t-il étudié un système dans lequel on enregistrerait directement en un certain nombre de stations les observations de toutes les autres stations. Les stations d'observation et d'enregistrement local seraient au nombre de trente, et les stations d'enregistrement multiple au nombre de dix se trouveraient dans les capitales des divers pays qui auraient ainsi toutes les dix minutes l'état exact et complet de l'atmosphère sur toute la surface de l'Europe.

Ce projet qui, s'il était réalisé, pourrait rendre, croyons-nous, de grands services à la météorologie et qui, si l'on en juge par l'expérience déjà faite, ne serait pas impraticable, ne serait-il pas trop coûteux ? L'auteur pense que la dépense totale ne dépasserait pas 1 200 000 francs, chiffre qui n'est nullement inadmissible, étant donné que la dépense se répartirait entre diverses nations et qu'il faut en outre faire entrer en ligne de compte, comme déduction, les frais afférents aux dépêches actuellement expédiées et dont l'insuffisance ne paraît pas douteuse.

Il est à souhaiter que cette question soit soumise à la discussion, lors du congrès international des Électriciens.

C. M. Gariel.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE
AU PALAIS DE L'INDUSTRIE

Les installations de l'éclairage électrique au palais de l'Industrie sont aujourd'hui à peu près terminées, et l'on peut, en visitant les salles, se faire une idée assez exacte de la valeur relative de chaque éclairage, ce que ne permet pas une promenade dans la nef, où il est presque impossible de séparer et d'*individualiser* en quelque sorte chaque système.

Laissant de côté — pour le moment — la question de force motrice absorbée, et ne nous occupant que des qualités de la lumière, nous allons passer en revue les éclairages des salles

Digitized by Google

en les suivant l'une après l'autre dans leur ordre numérique.

Salle 1. — *Galerie de tableaux*. Éclairée par dix *lampes-soleil* alimentées par les machines à courants alternatifs Lambotte-Lachaussée. Les qualités de cet éclairage sont vivement discutées. La lumière est d'une remarquable fixité, mais d'une coloration peut-être un peu trop jaune pour conserver aux tableaux leur véritable tonalité. Malgré toutes les précautions prises pour étouffer le bruit, les lampes produisent un petit ronflement dû aux courants alternatifs. C'est là un inconvénient pour un éclairage de luxe, mais il doit être sans doute possible d'y remédier en grande partie.

Salle 2. — *Théâtre*. Éclairé par un lustre central de 12 lampes à incandescence système Werdermann (avec modification de M. Napoli). Une rampe de 6 lampes et 6 autres lampes du même système accrochées aux portants complètent cet éclairage.

L'effet est magnifique, et la salle paraît éclairée peut-être avec trop de profusion. Une très grande fixité, sauf à quelques rares intervalles, où la rupture d'une pointe de charbon produit une petite éclipse partielle accompagnée d'un bruit tout spécial que nous désignerons assez clairement en disant, comme M. V..., qu'il prête à la plaisanterie.

Hâtons-nous d'ajouter que ces petits accidents deviennent de plus en plus rares et que, le plus souvent, le bruit infernal des sonnettes électriques installées dans la salle du théâtre pour l'amusement des enfants et la tranquillité des visiteurs, couvre, et au delà, le bruit des lampes.

Salles 3 *et* 4. — *Appartement*. Quatre systèmes différents. Les 5 lampes Reynier, qui éclairent le salon du Président, donnent une lumière fixe, douce et discrète, qui paraît surtout un peu trop discrète, par contraste, lorsqu'on sort du théâtre éclairé *à giorno*. La même observation s'applique à l'antichambre éclairée par une suspension de 16 lampes à incandescence, système Swan, alimentées par des accumulateurs Faure, et 4 appliques placées aux quatre coins de la salle. La lumière est d'un jaune tirant un peu sur l'orangé; elle satisfera certainement tous ceux qui regrettent la lumière *dorée* du gaz; elle présente d'ailleurs une fixité absolue qui est la caractéristique de tous les systèmes à incandescence pure. Il en est de même pour la

Digitized by Google

cuisine éclairée par les lampes Swan et la salle de bains. La salle à manger est magnifiquement éclairée par 5 lampes Werdermann. Il faudra seulement changer la disposition de la lampe placée dans la suspension, car elle laisse tomber sur la table des petits fragments de charbon incandescent qui ont déjà mis la nappe dans un pitoyable état.

Enfin le salon où se trouve le billard est éclairé par un lustre central de 5 bougies Jamin et 4 appliques du même système. Nous devons le dire sans détour, cet éclairage est certainement l'un des plus mauvais, pour ne pas dire le plus mauvais du palais de l'Industrie. La lumière clignote, tremblote, rougit, bleuit, blanchit, s'éteint et se rallume à chaque instant. Il nous a été impossible jusqu'ici de voir les neuf foyers donner à la fois une bonne lumière. Cette danse perpétuelle fatigue la vue, et si la bougie Jamin peut, à cause de sa simplicité et de sa rusticité, — contestables d'ailleurs, — convenir pour l'éclairage des chantiers, des ports, des grands espaces, etc., elle est du plus mauvais effet dans un salon. Ajoutons-y encore, pour être complet, le bruit spécial à l'appareil. Les visiteurs qui voudront bien rester cinq minutes dans le salon de l'appartement pourront s'assurer *de visu* que nous n'avons pas chargé le tableau.

Salle 5-6. — Éclairée par 6 bougies Jamin. Mêmes observations que pour le salon de l'appartement.

Salle B. — *Salle de vente*. Éclairée par un lustre de 10 foyers et 8 appliques, bougies Jablochkoff. C'est toujours le même système avec ses qualités et ses défauts bien connus, la meilleure des bougies, en somme, par son extrême simplicité, mais qui n'a pas la fixité des régulateurs ni la même puissance, pas plus qu'il ne présente la beauté des systèmes à incandescence.

Salles 7 *et* 8. — *Auditions téléphoniques*. Les abords sont éclairés par 3 bougies Jablochkoff. L'intérieur des salles d'auditions de l'Opéra, les seules ouvertes jusqu'ici au public, sont éclairées par des lampes à incandescence système Swan du plus bel effet. On les remarque peu à la vérité, car les auditions téléphoniques absorbent, à juste titre, toute l'attention des visiteurs.

Salle 9. — Six régulateurs différentiels système Berjot à courants alternatifs. Éclairage convenable, régularité à peu près satisfaisante, avec le bruissement caractéristique de l'alternatif.

Digitized by Google

Salle 10. — Deux régulateurs système Serrin dissimulés dans des corbeilles en osier placées au milieu de la salle projettent la lumière au plafond pour produire un éclairage diffusé. C'est une imitation peu réussie de ce que fait M. Jaspar, salle 15.

Salle 11. — Éclairée par cinq bougies Jablochkoff. Rien de particulier; la photographie Liebert, qui occupe la plus grande partie de la salle, lui donne une forme irrégulière, ce qui rend son éclairage difficile.

Salle 12. — Éclairée par 4 lampes à dérivation de Gramme à courants continus. L'effet est satisfaisant et la lumière suffisamment fixe, à part quelques incertitudes de l'appareil. Le fonctionnement spécial du système produit un tic tac perpétuel fort désagréable; c'est là un inconvénient qui disparaît dans les usines et les ateliers, pour lesquels le régulateur Gramme est particulièrement construit, mais qui n'en est pas moins remarqué par les visiteurs peu au courant en général des applications spéciales de chaque système.

Salle 13. — Éclairée par 6 lampes différentielles Siemens. Lumière belle, fixe et régulière. Le bruit du courant alternatif est ici atténué dans une grande mesure, et l'ensemble constitue certainement un des meilleurs éclairages du palais.

Salle 14. — Éclairée par 10 bougies Wilde. Fixité plus que douteuse et bourdonnement fastidieux. La simplicité du système ne prévaut pas contre ces défauts presque irrémédiables.

Salle C. — Cette salle devait être, dans le principe, éclairée par des lampes à incandescence système Maxim. Les premières expériences ont montré que l'installation du moteur était insuffisante, et on a substitué à ces lampes — provisoirement — quatre régulateurs différentiels système Weston qui fournissent un éclairage satisfaisant. Nous devons donc réserver jusqu'à nouvel ordre tout jugement sur un système qui, jusqu'ici, n'a pas encore réellement fonctionné.

Salle 15. — Éclairée par 3 régulateurs Jaspar alimentés par des machines Gramme. L'effet est magnifique, la lumière est fixe, blanche, bien diffusée. C'est certainement la salle la mieux éclairée, d'une façon très homogène, peut-être même avec un peu trop de profusion.

Salle 16. — Cinq lampes à dérivation système A. Gérard ali-

Digitized by Google

mentées par des courants alternatifs. La lumière est aussi un peu trop vive, et produit trop de bruit. Éclairage industriel par excellence à cause de la grande simplicité du régulateur.

Salle 17. — Quatre régulateurs Gramme. Même observation que pour la salle 12.

Salle 18. — Trois lampes disposées dans de grands cylindres octogonaux l'éclairent d'une façon malheureuse et triste, aussi passons-nous rapidement sans examiner davantage.

Salle 19. — Trois lampes de Mersanne à charbons horizontaux. Éclairage satisfaisant, bruissement assez désagréable dû, comme toujours, aux courants alternatifs.

Salle 20. — Si la salle 18 ressemble par sa tristesse à l'antichambre d'un tombeau, la salle 20 est le tombeau lui-même. Les dix lampes à incandescence système Jael qui l'éclairent (?) produisent, à s'y méprendre, l'effet de veilleuses mortuaires éclairant les grandes vitrines du musée rétrospectif.

Si c'est une allusion aux antiquités qui remplissent cette salle, la couleur locale est trop observée, en vérité.

Salle 21. — Les salles se suivent et ne se ressemblent pas, heureusement. Voici un éclairage gai, coquet, gracieux et magnifique. C'est certainement ce qu'il y a de plus réussi jusqu'ici dans l'incandescence pure. Il y a de la lumière à profusion, jaune juste assez pour ne rappeler que de très loin la lumière électrique.

L'éclairage de cette salle se compose d'une centaine de lampes à incandescence système Swan groupées sur trois lustres légers et gracieux, surtout le lustre principal. L'art français a dû passer par là.

Salle 22. — *Bibliothèque* qui, jusqu'à présent, n'a pas encore été éclairée.

Salle D. — *Salle du Congrès*. Éclairée par les lampes à incandescence Swan alimentées par des machines Brush. Cet éclairage est aussi très réussi ; il est obtenu par 8 lustres de 20 lampes chacun suspendus au plafond et 16 guirlandes de 20 lampes, faisant le tour de la salle carrée d'un effet très pittoresque, soit 480 lampes en tout.

Salles 23 et 24. — Consacrée spécialement aux nombreuses inventions d'Edison, elles sont aussi éclairées par les lampes à incandescence de son système. Il y a dans chaque salle un lustre

Digitized by Google

central portant 60 lampes du type de 8 bougies et 8 petites suspensions de 3 lampes chacune du type de 16 bougies. C'est donc 84 foyers par salle, sans compter quelques foyers isolés placés sur les tables. L'éclairage de ces salles est manifestement insuffisamment et ne peut soutenir aucune comparaison, jusqu'ici, avec celui du petit buffet.

Nous examinerons, dans un prochain numéro, les systèmes qui n'ont pu trouver place au premier étage et qui sont répartis dans les différentes expositions du rez-de-chaussée. Nous avons à dessein laissé de côté le point de vue économique de tous ces système, pour lesquels les éléments d'une juste appréciation nous font encore défaut.

Dans un prochain article nous compléterons cette revue des systèmes en parlant des éclairages du rez-de-chaussée, et nous essayerons de résumer les conséquences pratiques qui se dégagent de cette lutte sans précédent dans l'histoire des applications de l'électricité.

E. Hospitalier.

ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

CONGRÈS D'YORK

York, 5 septembre 1881.

Cher Monsieur,

Les Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des sciences sont des événements en Angleterre et celui qui se tient en ce moment à York a une importance spéciale : c'est le *Jubilé*, suivant l'expression locale. Après cinquante années de prospérité, la British association est venue tenir son 51e congrès dans la ville où avait eu lieu la première session. Le nombre des membres présents est énorme : 2494 d'après les chiffres officiels, aussi la ville est-elle pleine et l'on ne saurait trouver un lit vide à aucun prix. Les membres étrangers, au nombre de 19, ont été invités par des habitants de la ville et, si j'en juge par la large hospitalité que me donne l'aimable famille qui me reçoit, ils n'ont qu'à se louer de cette organisation.

On sait que tous les savants distingués de l'Angleterre appar-

Digitized by Google

tiennent à cette association qui a passé depuis longtemps l'époque où elle gênait des personnages arrivés (ce qui se voit ailleurs qu'en Angleterre); les générations actuelles ont été élevées alors qu'elle existait et, jeunes, s'y sont ralliées ; c'est leur lien, aussi bien peu des hommes éminents que possède actuellement l'Angleterre manquent-ils à l'appel. Parmi les électriciens qui sont réunis à York, nous citerons, sans être sûr de n'en pas oublier : Sir W. Thomson, qui est président de la section A (Sciences mathématiques et physiques), MM. C. W. Siemens, Spottiswoode, Ayrton, capitaine Abney, Everett, J. Perry, W. H. Preece, Crompton, Jamieson, Swan, S. P. Thompson, etc.

La session est présidée par Sir John Lubbock qui, dans son adresse inaugurale, a résumé les progrès faits par les sciences depuis la fondation de l'association britannique : il a naturellement signalé les développements énormes qu'a pris l'électricité, mais il n'y a pas lieu d'insister sur cette revue qui, faite par un naturaliste éminent, ne pouvait présenter une véritable originalité à ce point de vue.

La section A est mal composée comme groupement de sciences; on y fait entrer : astronomie, mathématiques pures, météorologie, physique et même des questions qui ne se rattachent pas aux catégories précédentes. On a dû effectuer une subdivision en mettant, dès le second jour, les mathématiques à part.

Je ne pourrais songer à résumer les communications faites : certaines ne présentent rien de nouveau et, de plus, la question de la lumière électrique a été traitée également dans la section G (Mécanique). Je vous donne ci-après le titre des communications déjà faites et de celles qui sont annoncées : je vous dirai seulement qu'au point de vue de l'électricité trois questions sont tout actuelles : l'éclairage électrique, surtout les lampes à incandescence dans le vide, la transmission de la force par l'électricité et enfin les accumulateurs d'électricité et principalement la pile Faure : le nom de Planté ne revient pas aussi souvent qu'il le devrait, à ce que je crois, et certaines personnes semblent mettre de l'affectation à indiquer l'emploi des *accumulateurs Faure*, alors même que la théorie s'accommoderait fort bien d'une pile secondaire quelconque.

Un combat sérieux vient de s'engager entre l'éclairage au gaz

Digitized by Google

et l'éclairage électrique dans la section G : il paraît devoir être rès vif, mais n'est pas terminé au moment où j'écris.

Enfin, pour ne rien omettre, j'ajouterai que M. Spottiswoode, président de la Société royale, a fait une conférence sur *les décharges électriques*. Cette conférence, fort bien faite et illustrée d'intéressantes expériences, a eu un grand succès.

Les rues principales d'York sont éclairées à la lumière électrique ainsi que la salle des conférences : il y a 32 lampes système Brush placées sur un même circuit, alimentées par deux machines Siemens. Une galerie de peinture est éclairée par les lampes Swan.

Le système Brush semble être en grande faveur : je l'ai vu également à Édimbourg où il éclaire la principale rue, Princes street; il paraît fort satisfaisant.

Peut-être sera-t-il possible de revenir ultérieurement sur quelques-unes des communications faites au Congrès, mais un résumé même sommaire dépasserait les limites de cette lettre écrite au courant de la plume.

Veuillez agréer, cher Monsieur, l'expression de mes meilleurs sentiments. C. M. Gariel.

COMMUNICATIONS RELATIVES A L'ÉLECTRICITÉ

FAITES A L'ASSOCIATION BRITANNIQUE AU CONGRÈS D'YORK

du 1er au 8 septembre 1881.

Shelford-Bidwell. — Sur la photographie télégraphique.

J. W. Swan. — Sur les lampes à incandescence Swan.

Andrew Jamieson. — Sur l'éclairage électrique appliqué aux mines de charbon.

C. W. Siemens. — Sur la transmission électrique de la force dans ses applications à l'agriculture.

J. N. Shoolbred. — Sur la transmission électrique de la force.

W .H. Preece. — Sur une nouvelle jauge pour les appareils électriques.

J. R. Wigham. — Sur la valeur des becs de gaz *Quadriform* pour l'éclairage des phares comparés à la lumière électrique.

W. Thomson. — Sur certains phénomènes qui paraissent avoir une nature chimico-magnétique.

G. M. Whipple. — Observations de l'électricité atmosphérique à l'observatoire de Kew pendant l'année 1880.

W. G. Adams. — Sur les orages magnétiques.

Digitized by Google

Sir W. Thomson. — Sur certains emplois de l'accumulateur Faure en relation avec l'éclairage électrique.

Sir W. Thomson. — Sur l'économie du métal dans les conducteurs électriques.

Sir W. Thomson. — Sur les rapports de résistance les plus favorables entre les armatures, les inducteurs et les circuits extérieurs dans les machines dynamo-électriques.

W. H. Preece. — Sur l'application de l'électricité à la localisation d'une balle dans une blessure.

W. Lant Carpenter. — Sur quelques recherches récentes de MM. Bell et Tainter et leurs conséquences.

S. P. Thompson. — Sur la conductibilité électrique et l'absorption dichroïque de la tourmaline.

S. P. Thompson. — Sur l'inversion électro-voltaïque.

Dr. A. Mc Farlane. — La décharge électrique dans l'huile de colza.

Professor Carey Foster. — Rapport du comité sur les unités électriques.

Professors Ayrton et Perry. — Sur les appareils de mesure employés dans l'éclairage électrique.

C. W. Siemens. — Sur un premier essai de batterie secondaire.

Sir W. Thomson and J. T. Bottomley. — Observations photométriques sur les lampes à incandescence dans le vide avec les mesures des courants et des potentiels.

Sir W. Thomson. — Sur la photométrie.

Sir W. Thomson. — Sur un mesureur d'énergie électrique.

J. Brown. — Sur un nouvel électromètre, et quelques expériences préliminaires sur les actions voltaïques.

S. L. Hart. — Sur la théorie du contact.

C. M. Gariel. — Représentations graphiques de la formule des piles et discussion.

W. Symons. — Sur une méthode facile de fabrication des charbons pour les piles électriques.

W. Symons. — Sur une pile à charbon antimonié.

Professor G. M. Minchin. — Sur un électromètre absolu de grande sensibilité.

L'ÉLECTRICITÉ EN ANGLETERRE

Nouvelles compagnies d'éclairage électrique. — Le nombre des Compagnies d'éclairage électrique s'accroît ici rapidement, et est en train de devenir très respectable, presque important, ce qui est évidemment bon signe pour cette industrie nouvelle.

Après la *General Electric Society Limited*, au capital de 25 millions de francs, formée en vue de l'exploitation des procédés Jablochkoff, société qui s'est transformée, avant son apparition en public, en

Digitized by Google

Electric and Magnetic Company Limited, au capital de 12 millions 1/2 de francs, nous avons eu la *Anglo-American Brush Electric Light Corporation Limited*, formée au capital de 20 millions de francs pour l'exploitation des procédés Brush.

La *Cape Electric Light and Telephone Company* formée au capital de 1 250 000 francs pour l'exploitation des brevets Brush à la colonie du cap de Bonne-Espérance.

La *Dublin Electric Light Company*, formée pour exploiter les procédés Brush à Dublin.

La *Fitz-Gerald Electric Lighting Company*, formée pour exploiter les procédés Fitz-Gerald consistant principalement en une lampe à incandescence de son invention.

La *Electric Light and Power Generator Company Limited*, formée au capital de 3 750 000 francs pour exploiter les procédés Lontin et Rapieff. Cette dernière Compagnie a été adjudicatrice de l'éclairage de la portion de la cité originalement dévolue à la *Electric and Magnetic Company*. L'inauguration de cet éclairage, après s'être fait attendre un temps considérable, a enfin eu lieu dernièrement..... avec des régulateurs Weston, et ladite inauguration dure encore, l'éclairage régulier ayant déjà dû être remis à plusieurs reprises. La pose des fils conducteurs, entre autres incidents concernant cet éclairage, paraît avoir donné de grandes difficultés. Quelques régulateurs Lontin et Harding sont aussi, croyons-nous, employés pour une portion de cet éclairage et ceux-ci doivent donner lieu à quelques ennuis, si l'on en juge par le nombre de fois qu'ils ont été descendus de leurs lampadaires pour être porté à l'usine, et rapportés de l'usine dans leur position primitive.

Cette Compagnie a acquis un intérêt dans les brevets anglais pour les procédés Maxim.

La *Rowatt* et *Fyfe Electric Light Company Limited* formée pour l'exploitation de la lampe *Joel*, laquelle, comme on sait, a une analogie frappante avec la lampe Reynier-Werdermann.

La *Eastern Electric Light and Power Company Limited*, formée au capital de 6 250 000 francs pour l'exploitation des procédés Brush et Lane-Fox aux Indes et dans les contrées orientales.

La *Anglo Colonial Electric Light Company* formée au capital de 200 000 francs pour l'exploitation en Angleterre, aux Indes, et autres possessions anglaises, des procédés Bouteilloux et Laing, de Paris.

J'en passe, et des meilleures.

La dynastie des Pender semble vouloir continuer, dans l'industrie de l'éclairage électrique, le rôle qu'elle a joué, très brillamment du reste, dans les Compagnies télégraphiques sous-marines : le nom de

Digitized by Google

M. John Pender, déjà président (chairman) d'un nombre illimité de compagnies limitées, et celui de son fils, figurent dans plusieurs des Compagnies susnommées.

La prédominance, dans la liste qui vient d'être citée, appartient, comme on le verra, au système Brush ; d'autres Compagnies sont en voie de formation pour exploiter ce système dans différentes parties de l'Angleterre et aux États-Unis d'Amérique, outre les onze Compagnies Brush existant à New-York, Boston, Philadelphie, Baltimore, Détroit, Cleveland, Cincinnati, Colombus, Buffalo, Dayton et Franklin, il en existe encore dix autres, portant des noms différents, et établies à Albany (État de New-York), Denver (Colorado), Salt lake City, San-Francisco (Californie), Grands-Rapides (Michigan), Pittsburh (Pennsylvania), Ogden (Utach), Middletown (Ohio), Akron (Ohio), Wabash (Indiana).

Ces vingt une etCompagnies emploieraient, actuellement, un total de 3052 foyers Brush, la Compagnie de New-York en employant 600 et celle de Wabash quatre seulement.

Gaz et électricité. — L'industrie de l'éclairage électrique, ainsi qu'on en peut juger par la liste imposante de Compagnies, que nous venons de citer, ainsi aussi qu'on pourra l'apprécier par le grandiose déploiement de lumières à l'Exposition internationale d'électricité, est en très bonne voie de développement et l'on peut dire maintenant que sa complète réussite n'est plus qu'une question de temps. Les gaziers, qui au début de cette industrie, pouvaient paraître avoir quelque justification à se constituer prophètes de malheur persistent à vouloir maintenir ce rôle : à bon entendeur, salut !

Vers la fin de l'année 1878, le docteur Erasmus Wilson, de Glasgow, le généreux donateur de l'obélisque actuellement érigé à Londres, sur les quais de la Tamise, et président de la *Crystal Palace Gas Company*, rassurait ses actionnaires, dans une assemblée générale, en leur disant que l'éclairage électrique était un jouet qui avait eu un certain succès à l'Exposition, mais que sitôt l'Exposition (de 1878) terminée, il retomberait dans l'oubli et que par conséquent il n'y avait pas lieu de s'en préoccuper.

Depuis cette époque, il va sans dire que les gaziers, scientifiques et autres, n'ont pas manqué de faire des gorges chaudes de la lumière électrique dans leurs réunions nombreuses et variées ; une revue de ces différentes réunions, dans le *Journal of Gas Lighting*, édifiera le lecteur à ce sujet. Tout récemment, l'honorable R. Howe, président de

Digitized by Google

la *Gas Light et Coke Company*, la plus grande Compagnie de gaz de Londres et du monde entier, dans l'assemblée générale semestrielle tenue le 12 août au siège de cette Société, a prophétisé ainsi : « Naturellement notre Compagnie est très affectée, et même principalement affectée par l'*agression* de la lumière électrique, et, depuis notre dernière assemblée, une portion considérable de la City a été éclairée par ce procédé. Je n'ai jamais partagé l'opinion, nourrie par certains individus, que la lumière électrique remplacerait le gaz. Le grand défaut de l'électricité c'est qu'on ne peut pas maintenir un éclairage continu, et, comme preuve de ce que j'avance, la City a été dans des ténèbres partielles onze fois, et absolues onze autres fois durant les six derniers mois, cette infortune étant commune aux différentes Compagnies représentées dans cet éclairage. Sur les quais de la Tamise aussi, dit-il, à peine une soirée se passe-t-elle sans que quelques-uns des foyers s'éteignent. Quant à l'introduction de l'électricité (l'orateur veut évidemment dire l'éclairage électrique) pour les usages domestiques, il n'a aucune crainte; *il pense* que les difficultés à surmonter sont beaucoup trop grandes pour aucune science humaine. »

L'extinction partielle quasi quotidienne de l'éclairage des quais de la Tamise, à laquelle il est fait allusion dans le discours prudemment risqué, ci-dessus cité, devait avoir pour base des renseignements complaisants, à en juger par la vigueur avec laquelle cette assertion a été démentie dès le lendemain.

L'extinction de l'éclairage expérimental de la Cité, ne prouve absolument rien ; un essai, sur une échelle aussi minuscule, ne pouvant être comparé à une entreprise, pour ne parler que de cette Compagnie ayant un capital de plus de 235 millions de francs, un revenu de plus de 65 millions, un matériel colossal et un personnel formidable à son service.

La comparaison aurait très probablement un aspect différent si elle avait lieu entre un système d'éclairage électrique ancien et exploité sur la plus grande échelle par une compagnie puissamment riche, et une usine expérimentale d'un procédé nouveau de fabrication de gaz, érigée spécialement pour maintenir une cinquantaine de reverbères seulement et employant un matériel nouveau et un personnel de création récente. On pourrait, du reste, discuter longtemps sur le sujet ainsi que le prouvent les polémiques auxquelles ont donné lieu toutes les industries naissantes comme les chemins de fer et le gaz lui-même. Il ne faut donc voir dans les manifestations de ce genre que l'application de la politique de l'autruche si elles sont sincères, ou du proverbe « il n'y a pire sourd que celui qui ne veut entendre », si elles ne le sont pas.

Digitized by Google

Il est, du reste, consolant de voir que toutes les Compagnies de gaz n'ont pas les mêmes idées au sujet de l'*agression* de la lumière électrique, car la Compagnie du gaz de Dublin (la *Alliance and Gas Consumer's Company*) a tout récemment proposé à la Corporation de cette ville de l'éclairer à l'électricité, offre que ladite Corporation a refusée, pour des raisons de haute diplomatie, le joug qu'elle avait subi sous le régime du gaz lui paraissant évidemment très suffisant.

Éclairage électrique dans les mines de charbon. — En juin dernier, les commissaires royaux sur les accidents de mines, parmi lesquels se trouvaient M. Wawington Smith, le professeur J. Tyndall et le professeur Abel, ont passé deux journées à examiner et contrôler des expériences d'éclairage électrique, entreprises dans les mines de Pleasley, près Mansfield, dans une galerie située à 500 mètres de profondeur et à 600 mètres du puits. Lesdits commissaires se sont déclarés hautement satisfaits. Le système employé était la lampe Swan renfermée dans des lanternes d'une construction spéciale, imaginée par M. E. Crompton, la disposition adoptée étant telle que les lampes Swan peuvent être transportées dans la mine sans crainte d'accident ou rupture de leur enveloppe, et que même dans ce dernier cas le feu ne puisse être communiquée au dehors, la quantité d'air renfermée dans l'enveloppe extérieure étant suffisante pour consumer instantanément le filament de charbon avant que la flamme ne puisse se communiquer à l'extérieur.

Dans cette occasion, 94 foyers étaient alimentés par une machine Gramme actionnée, à la surface, par une machine locomobile.

Téléphonie.— La *United Telephone Company Limited* a installé, dans quatre quartiers de Londres des stations téléphoniques dans chacune desquelles se trouve un commissionnaire. Les abonnés et leurs employés peuvent s'en servir gratuitement et obtenir les services immédiats d'un des membres du corps des commissionnaires en téléphonant à l'une de ces quatre stations.

Cette Compagnie vient de publier son *Bottin* (Directory) de juillet, et, dans la liste des industries et professions abonnées à cette Compagnie, se trouve non moins de 193 dénominations. Les abonnés sont classés numériquement, et le n° le plus élevé, à la date du 20 juillet, était 5101.

Digitized by Google

L'éclairage électrique a Édimbour. — L'inauguration de l'éclairage électrique de cette ville, dont nous avons parlé dans notre numéro du 15 août, doit avoir lieu le soir de la revue des volontaires que la reine doit passer très incessamment en cette ville. La façade du palais de Holyrood sera électriquement illuminée par la même occasion. Le système employé sera le « Brush ».

Cockermouth, une ville de 5115 habitants, située à 500 kilomètres de Londres, dans le Cumberland, vient de décider de s'éclairer partiellement à la lumière électrique, pour les grands espaces, et partiellement au moyen des lampes à gaz d'huile système Orion, pour les ruelles tortueuses.

Cette entreprise d'éclairage a été mise à l'adjudication, l'inauguration devant avoir lieu le 1er septembre, et la durée du contrat étant de trois années, MM. Whittle and son, de Whitehaven, les représentants de la compagnie Brush, ont été rendus adjudicataires. L'éclairage électrique consistera en 6 foyers Brush de 2000 candles disposés à équidistance dans le centre de la ville. Le contrat total, lumière électrique et lampes à gaz d'huile compris, coûtera 6750 francs par an ou 62 francs 50 de moins que ce que la ville de Cockermouth payait à la Compagnie du gaz pour l'éclairage de la voie publique. Il est, de plus, estimé que la quantité de lumière totale sera, comparée à celle émise précédemment par les 109 reverbères à gaz, dans la proportion de 909 à 109. Le cahier des charges, sur lequel les soumissions, au nombre de trois, ont été rédigées, était ainsi conçu :

L'entrepreneur fournira, allumera, éteindra et maintiendra un nombre suffisant de lampes pour illuminer toutes les rues du district, d'une lumière égale à celle de 109 lampes à gaz brûlant chacune 135 litres de gaz par heure. Chaque lampe sera allumée et éteinte aux heures suivantes : de la nuit suivant la pleine lune jusqu'à la nuit du dernier quartier, inclusivement de une heure après le coucher du soleil jusqu'à une heure et demie après le lever de la lune, pendant la période ; et, de la nuit après celle du dernier quartier jusqu'à la nuit du premier quartier inclusivement de une heure après le coucher du soleil jusqu'à minuit en septembre, octobre, mars et avril, et jusqu'à une heure avant le lever du soleil en novembre, décembre, janvier et février.

L'entrepreneur fournira ses lanternes et reverbères ainsi que tout le matériel et les appareils nécessaires ; il obtiendra lui-même des propriétaires l'autorisation de fixer ses reverbères le long des maisons

Digitized by Google

lorsque cela sera nécessaire. La durée du contrat sera du 1er septembre 1881 au 30 avril 1884 inclusivement. La Corporation payera semestriellement en janvier et mai de chaque année.

L'entrepreneur devra déposer une garantie de 2500 francs et sera passible d'une amende de 50 francs pour chaque occasion ou il négligera ou refusera de fournir la lumière à tout ou partie des lampes publiques.

Télégraphie sous-marine.— La Compagnie *India Rubber Gutta Percha and Telegraph Works Company Limited* a reçu, récemment, une commande de 5500 kilomètres de câble sous-marin de la *Central and South American Telegraph Company.*

Cette Compagnie a été formée, récemment, au capital de 125 000 000 francs, et le capital est entièrement souscrit.

La Compagnie *India Rubber*, etc., fabrique ce câble au taux de 37 kilomètres par jour; la fabrication totale sera donc terminée dans un délai de 5 mois. Il y a, en plus, 450 kilomètres de câble d'atterrissement ou de rivage.

Ce câble est destiné à relier Vera-Cruz à Lima, en passant par Saint-Jose, Realejo, Greytown, traversant l'isthme de Panama, Buanaventura, Santa Elena, Payta, et complétera le système dont les deux tronçons extrêmes existent déjà, savoir Vera-Cruz à Brownsville et Lima à Valparaiso. Cette dernière ville se trouvera donc en communication télégraphique directe avec les États-Unis d'Amérique (la station télégraphique frontière des États-Unis étant Brownsville) et par conséquent avec le reste du monde entier.

Le câble est composé d'une âme en toron de 7 brins de cuivre entourés de gutta percha, de chanvre, d'une enveloppe de 15 fils d'acier n° 13 (jauge Birmingham) et recouvert de deux épaisseurs de tresse induite de compound. Le câble d'eau profonde pèse 1 3/4 tonne par nœud marin (Knot) de 1852 mètres; la portion de rivage pèse 15 tonnes par nœud, et la portion intermédiaire 4 tonnes par nœud.

Dans la partie légère ou d'eau profonde du câble, le fil de cuivre pèse 50 kilogrammes et la gutta percha 62 kilogrammes par nœud.

La population desservie par cette nouvelle ligne est de 36 millions d'habitants.

Éclairage électrique de la station de King's Cross. — Le 13 août a eu lieu l'inauguration de l'éclairage électrique de la station de King's Cross, tête de ligne du réseau du Great Northern Railway.

Digitized by Google

L'éclairage se composait de 12 lampes Crompton, dont six au-dessus du quai d'arrivée, et six au-dessus du quai de départ. La puissance lumineuse de chaque foyer était estimée à 2000 candles (200 becs carcel). Deux foyers plus puissants, du même système, éclairaient l'extérieur.

Ces quatorze foyers étaient alimentés par cinq machines dynamo-électriques du système Burgin, celles-ci étant actionnées par un moteur du type locomobile Marshall de 12 chevaux nominaux, soit 30 chevaux effectifs.

Nous rendrons compte très prochainement et plus en détail de cet éclairage qui est satisfaisant, et donnerons en même temps des dessins de la lampe Crompton et de la machine Burgin.

La lampe-soleil a Londres. — Le 26 juillet dernier avait lieu, au Panorama de Westminster (Bataille de Waterloo), l'inauguration publique de l'éclairage de cet établissement.

Cet éclairage est effectué, à l'intérieur, au moyen de 20 *lampes-soleil* disposées circulairement autour du réflecteur et à une hauteur assez considérable, les mettant ainsi hors de vue des spectateurs placés sur la plate-forme centrale; à l'extérieur, au moyen de 3 autres foyers semblables, un 24e foyer éclairant la chambre des machines. Ces 24 foyers sont alimentés par deux machines à courants alternatifs Lambotte-Lachaussée, constructeurs belges, excitées par une machine Gramme à courants continus, de fabrication anglaise. Le moteur est une machine locomobile de Marshall et Cie, et de la force de 20 chevaux nominaux, c'est-à-dire d'au moins 60 chevaux effectifs.

La lumière émise par la lampe-soleil est d'un ton jaune très riche, se prêtant bien à l'éclairage de la peinture; elle est d'une fixité absolue, et est silencieuse, grâce à la précaution prise de la renfermer hermétiquement. La puissance éclairante est, dit-on, de 1000 candles par foyer; mais, suivant nous, ce chiffre est exagéré.

Les propriétaires de ce système assurent qu'ils réalisent une grande économie due à la lente combustion des crayons de charbon; cette économie ne doit être qu'une faible compensation, relativement la partie coûteuse de la lampe, c'est-à-dire la collection de prismes de calcaires et de granit (sept ou huit), de formes différentes, s'ajustant et s'enchevêtrant les uns dans les autres au prix d'une main-d'œuvre assez laborieuse, et quelquefois en pure perte, car, lorsque l'ajustage laisse à désirer, l'arc voltaïque s'égarant dans les fissures a vite réduit lesdits prismes à l'état d'inutilité absolue.

Les 24 foyers sont disposés en 4 circuits de six, et chaque lampe

Digitized by Google

existe en double ; cette précaution est nécessitée par le fait que, comme dans le cas de la bougie Jablochkoff, lorsque la lampe s'éteint accidentellement, elle ne se rallume pas ; avec cette différence toutefois que la bougie Jablochkoff peut toujours être rallumée lorsqu'on peut l'atteindre en joignant momentanément les deux pointes, et qu'on peut lui refaire un allumage pour la faire resservir, tandis que la lampe-soleil, étant souvent hors d'état après avoir brûlé un temps plus ou moins long, ne peut ni se rallumer, ni se réparer.

La précaution d'établir les appareils en double a pour but de parer à l'inconvénient de l'extinction possible d'une lampe. La lampe de réserve venant à s'éteindre, la lumière ne brille plus que par son absence.

Un autre inconvénient très grave résulte de l'emploi de la pierre blanche de France et qui n'est autre que de la pierre à chaux extraite dans les environs de Creil. Dans les pays brumeux comme l'Angleterre, cette pierre absorbe l'humidité, ce qui met en peu de temps la lampe hors de service si elle a été exposée à l'atmosphère humide avant d'être allumée. Les trois foyers de l'extérieur ont déjà dû être abandonnés, croyons-nous, pour cette raison.

Enfin, on peut dire que si la lampe consomme peu de crayons, en revanche elle consomme une quantité respectable de prismes de chaux et de granit, l'approvisionnement de ceux-ci devenant une question assez importante, eu égard à la main-d'œuvre.

Quant à la machine Lambotte-Lachaussée, sans vouloir en rien lui retirer des qualités qu'elle peut posséder, elle produit, sous forme de ronflement, un bruit d'une intensité telle qu'il pourrait certainement être comparé sans désavantage à celui d'une sirène ou trompe marine. Il va sans dire que les habitants du voisinage ne mettent pas longtemps à s'en apercevoir non plus qu'à s'en plaindre et intentent des procès. Cette conduite des mauvais voisins a amené la direction du Panorama à renfermer aussi hermétiquement que possible les machines dans des caisses, ce qui ne contribue pas à les refroidir.

A une extrémité les machines sont dans des caisses ; à l'autre extrémité, les brûleurs sont dans des seaux les renfermant hermétiquement ; le problème d'éclairer en mettant la lumière sous le boisseau paraît donc avoir été résolu.

Espérons que le temps prouvera qu'il l'a été d'une manière satisfaisante et rénumératrice, car, ainsi que nous l'avons dit en commençant, la lumière est très belle et très fixe. J. A. Berly.

Digitized by Google

RÉGULATEUR ÉLECTRIQUE

DE M. ANATOLE GÉRARD.

Le régulateur électrique de M. Anatole Gérard appartient à la classe des régulateurs à dérivation, c'est-à-dire qu'il est disposé pour fonctionner avec des intensités variables, le réglage ayant seulement pour effet de maintenir une différence de potentiel constante aux deux bornes. Cinq de ces appareils sont installés dans la salle 16 pour son éclairage ; ils sont munis du veilleur automatique dont nous avons parlé dans notre numéro du 1er septembre.

Le régulateur se compose d'un cadre formé par deux tiges verticales et des traverses qui supportent un électro-aimant à une seule branche dont le noyau est creux pour laisser passer librement le charbon supérieur. Le fil fin de cet électro-aimant est monté en dérivation sur les bornes de la lampe. Le charbon est maintenu par un frein articulé muni d'une vis à son extrémité. Ce frein est tendu par un ressort qui sert au réglage ; il est muni à la partie supérieure d'une armature qui, lorsqu'elle est attirée, dégage le charbon et le laisse descendre.

Le charbon inférieur est supporté par un cadre vertical mobile muni à la partie supérieure, d'une armature placée en regard du pôle inférieur de l'électro-aimant.

Ce cadre est équilibré par deux ressorts à boudin dont on règle la tension à l'aide d'une vis.

Voici maintenant le fonctionnement de l'appareil :

Avant l'allumage, les charbons ne sont pas en contact, mais ils sont séparés par un intervalle quelconque.

En envoyant le courant dans la lampe, comme les charbons sont séparés, le courant ne peut donc traverser que le fil fin. L'électro-aimant est alors très puissant et il attire les deux armatures placées en regard de chaque pôle.

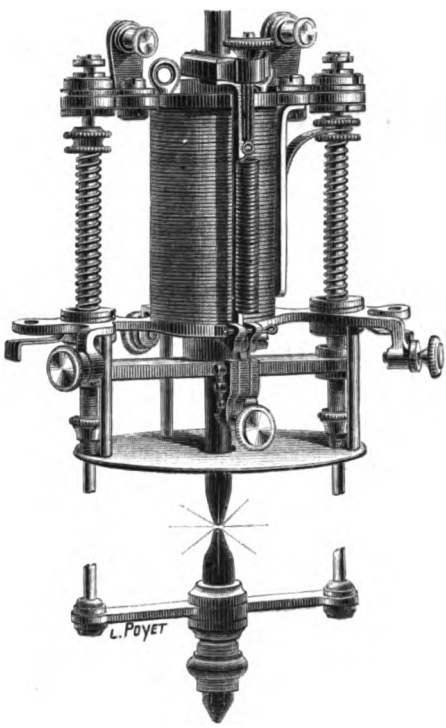
L'armature supérieure agissant sur le frein dégage le charbon supérieur et le laisse descendre. L'armature inférieure soulève le cadre et le charbon inférieurs. Dès qu'il y a contact des deux charbons ainsi sollicités à se rapprocher l'arc s'établit, le courant passant dans l'électro-aimant s'affaiblit alors dans une grande mesure. L'armature inférieure retombe, fait descendre le charbon inférieur et produit l'écart nécessaire. D'autre part, l'armature du frein est en partie relâchée, la vis vient presser contre le charbon supérieur et le maintient.

Il s'établit donc un équilibre, si le ressort est convenablement réglé ; mais à mesure que les charbons s'usent, l'arc s'allonge, et la puissance de l'électro-aimant en dérivation augmente.

Digitized by Google

Le frein se trouve desserré de plus en plus, et par suite du frémissement de l'armature, frémissement produit par les courants alternatifs, le charbon supérieur glisse imperceptiblement d'une façon continue pour maintenir l'écart convenable.

Grâce au veilleur automatique, on peut éteindre une ou plusieurs lampes dans le même circuit sans troubler le fonctionnement des autres.



La lampe de M. Gérard constitue le plus simple des régulateurs à division que nous ayons vu fonctionner jusqu'ici dans l'exposition, car il ne comprend en résumé qu'un seul électro-aimant et deux armatures, sans aucun mouvement d'horlogerie ni mécanisme pour la descente des charbons.

Il est cependant sujet à un grave reproche qui, jusqu'ici, limite le champ de ses applications aux établissements industriels. En effet, par suite de l'emploi des courants alternatifs, le régulateur de M. A. Gérard produit une sorte de ronflement qui en proscrit l'usage dans tous les endroits où l'on a besoin d'un silence relatif.

Digitized by Google

Grâce à la fixité très satisfaisante de la lumière, à la simplicité de l'appareil, à l'indépendance des foyers, à l'allumage et au rallumage automatiques, la lampe de M. A. Gérard nous paraît tout spécialement destinée aux applications industrielles où le bruit n'a aucun inconvénient, et ces qualités devront lui assurer la préférence sur les bougies qui, quel qu'en soit le système, ne les possèdent pas au même degré.

COMPTEUR ÉLECTRO-CHRONOMÉTRIQUE

DE M. THOMAS, DE BRUXELLES

L'horlogerie électrique constitue un problème des plus complexes et des plus délicats, c'est ce qui explique en partie le grand nombre des solutions proposées, sans qu'on puisse dire encore qu'elle est la meilleure et la plus pratique.

L'électricité joue dans l'horlogerie électrique actuelle trois rôles très distincts et l'exposition d'électricité en présente de nombreux exemples.

1° L'électricité sert de *moteur* à une pendule à balancier et remplace le ressort ou le poids des horloges ordinaires. C'est certainement le cas où elle présente le moins d'intérêt et d'utilité. Nous aurons cependant l'occasion de signaler une ou deux solutions ingénieuses dans lesquelles l'emploi de l'électricité présente l'avantage de faire fonctionner la pendule jusqu'à deux ans sans être remontée.

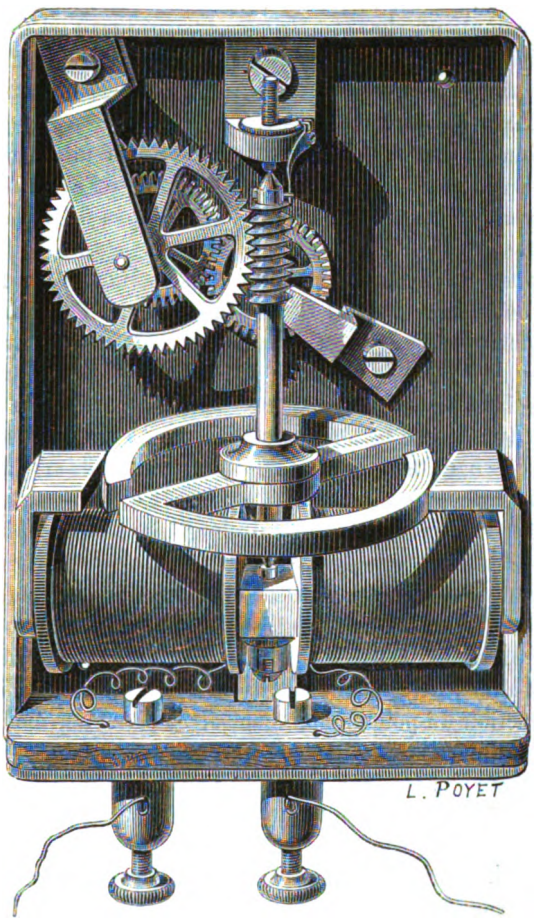
2° L'électricité sert de *transmission*. Une horloge centrale encore envoie chaque seconde, chaque demi-minute ou chaque minute un courant électrique à un ou plusieurs cadrans placés à distance et fait avancer les aiguilles respectivement d'une seconde, d'une demi-minute ou d'une minute. Ces appareils se nomment des *compteurs électro-chronométriques*.

3° L'électricité sert de *réglage* d'horloges et de cadrans munis de poids et de ressorts ordinaires et replace chaque heure, chaque six heures ou chaque vingt-quatre les aiguilles à l'heure exacte envoyée à tous les cadrans par une ou plusieurs horloges-types, corrigeant ainsi les petites différences survenues entre deux réglages successifs. C'est le *système de remise à l'heure*, adopté par la ville de Paris pour ses horloges publiques.

Nous ne voulons pas discuter ici les avantages et les inconvénients respectifs des deux systèmes de distribution de l'heure dans une ville

Digitized by Google

par les compteurs chronométriques ou par des remises à l'heure effectuées à intervalles fixes. Une distribution d'heure par compteurs chronométriques a des qualités spéciales que ne présente pas une remise à l'heure et l'inconvénient des ratés disparaît à mesure que les appareils se perfectionnent et se simplifient. Les horloges pneu-



matiques établies à Paris depuis près de deux ans sont des compteurs chronométriques à air comprimé.

Il serait donc facile de réaliser électriquement ce qu'on réalise pneumatiquement, avec l'avantage de fonctionner à des distance illimitées avec une seule usine distributrice.

Nous avons déjà exposé les principes d'une distribution d'heure de

Digitized by Google

ce genre dans un article publié dans l'*Électricien* du 15 mai 1881 sur l'heure à domicile par l'électricité. Nous voulons décrire aujourd'hui un compteur chronométrique d'une grande simplicité qui remplirait exactement le but que nous nous proposons, c'est-à-dire de fonctionner *sûrement* à chaque minute sous l'action de courants émis par l'horloge centrale distributrice.

Tous les compteurs chronométriques connus jusqu'ici fonctionnent par l'action d'une armature oscillante sollicitée par un électro-aimant et rappelée par un ressort antagoniste ou deux électro-aimants agissant sur une armature polarisée.

Le mouvement de l'armature se transmet à la minuterie par des leviers et des cliquets qui demandent une grande précision dans l'ajustage et cessent de fonctionner dès qu'il y a un peu de jeu, d'usure ou d'oxydation.

Pour donner une course très faible à l'armature, il faut allonger les leviers outre mesure et ce système s'accommode mal des trépidations auxquelles sont souvent soumis les compteurs chronométriques.

Tous ces inconvénients sont évités dans l'appareil très simple de M. Thomas dont le mécanisme est représenté ci-contre. Il se compose d'un électro-aimant droit dont les pôles portent deux armatures entre lesquelles se trouve un aimant en forme d'S fixé sur un axe vertical. Cet axe porte une vis sans fin qui entraîne l'aiguille des minutes et la minuterie. L'horloge-type envoie dans l'électro-aimant des courants alternativement positifs et négatifs à chaque demi-minute. L'émission de courant est telle chaque fois qu'elle développe des pôles de même nom que ceux de l'aimant en S qui se trouvent en regard des pôles de l'électro-aimant. Il y a donc répulsion d'une part, du pôle de même nom et attraction du pôle de nom contraire, par suite, mouvement de rotation de l'aimant en S qui se continue pendant un demi-tour jusqu'à ce que les pôles de noms contraires de l'aimant et de l'électro-aimant soient en regard. Le courant doit durer de deux à trois secondes pour que l'aimant se maintienne en position. Lorsque le courant cesse de passer, l'influence de l'aimant en S maintient une polarité de même nom que le courant lui-même et agit en quelque sorte comme *frein magnétique* maintenant l'armature en position. L'émission de courant suivante qui est de sens inverse polarise l'électro-aimant en sens inverse, l'aimant tourne d'un demi-tour, et ainsi de suite. La vis sans fin entraîne la minuterie et fait avancer chaque fois les aiguilles.

En vertu de l'inertie, l'aimant en S tendrait à dépasser la position d'équilibre; on amortit la vitesse acquise vers la fin du demi-tour à

Digitized by Google

l'aide d'une lame flexible contre laquelle vient buter à chaque demi-tour une cheville placée sur l'axe de la vis sans fin.

Dans cet appareil simple et ingénieux, il n'y a plus aucun réglage, la rotation se produit quelle que soit la distance des extrémités de l'armature de l'aimant à l'électro-aimant, et cette distance peut varier entre un et trois millimètres.

L'action électrique agit sur un grand bras de levier (l'aimant), tandis que l'effort se transmet par un petit bras de levier (la vis sans fin) à l'inverse des appareils à cliquet.

Les secondes ne peuvent faire tourner les aiguilles maintenues par la vis sans fin maintenue elle-même en place par l'attraction de l'aimant sur le fer des armatures de l'électro-aimant.

On peut graduer la puissance des appareils par les dimensions de l'aimant, de l'électro-aimant, de la grosseur et de la longueur du fil qui l'entoure.

En augmentant la tension de la source, on peut en placer un nombre assez grand sur le même circuit et faire fonctionner aussi bien des cadrans de deux mètres de diamètre que de simples pendules.

A l'Exposition de Bruxelles, en 1880, où le compteur chronométrique de M. Thomas a fonctionné pour la première fois, il y avait sur le même circuit un grand cadran de $1^m,80$ de diamètre et dix-huit autres cadrans plus petits de $0^m,30$ et de $0^m,40$.

Ils ont parfaitement marché, sauf les cinq ou six arrêts provenant de l'arrêt de l'horloge-type, mais tous ceux qui ont visité l'Exposition de Bruxelles savent que le plancher était si mouvant que toutes les horloges s'arrêtaient à chaque instant.

Lorsqu'on songe qu'une pendule donnant la minute suffit amplement aux besoins de la pratique, que l'émission du courant ne dure que trois secondes, c'est-à-dire le $\frac{1}{20}$ du temps total, et que l'énergie électrique dépensée par le compteur est extrêmement faible, on se demande ce qui s'oppose encore à la distribution économique de l'heure par l'électricité.

En mettant à profit les $\frac{19}{20}$ du temps pendant lesquels il n y a aucune dépense d'électricité pour charger des accumulateurs à la station centrale, une installation avec un moteur à gaz de quatre chevaux suffirait pour produire l'électricité nécessaire au fonctionnement de 25 000 compteurs électro-chronométriques dans un rayon de plus de 20 kilomètres. Quels sont aujourd'hui les systèmes qui pourraient en faire autant? E. H.

Digitized by Google

BALANCE DYNAMOMÉTRIQUE

DE M. N. J. RAFFARD

La mesure exacte du travail joue aujourd'hui un grand rôle dans la question de la transmission des forces à distance par l'électricité. Cette opération n'est pas sans présenter de grandes difficultés dès qu'il s'agit d'effectuer des mesures un peu précises et elle s'accroît encore lorsqu'il s'agit de moteurs de petite puissance ou de moteurs à grande vitesse, comme c'est le cas avec les machines dynamo-électriques.

On a besoin de connaître tantôt le travail total *absorbé* par une machine génératrice de courant, tantôt le travail disponible *produit* par un moteur électrique : de là deux classes d'appareils bien distincts : ceux qui mesurent le travail *dépensé* sont dits *dynamomètres de transmission*. Nous avons déjà eu l'occasion d'en décrire un[1], c'est le dynamomètre optique de M. Latchinoff. Ceux qui servent à mesurer le travail *produit* appartiennent à la classe du frein de *Prony*. On sait que la méthode de mesure employée dans le frein de Prony consiste à dépenser le travail produit par le moteur en frottement et à mesurer la valeur de ce travail de frottement.

M. Carpentier a, il y a environ deux ans, perfectionné le frein de Prony dans le but de l'appliquer à la mesure du travail produit par les petits moteurs de M. Marcel Deprez. Pour des forces ne dépassant pas quelques kilogrammètres, il aurait été difficile de serrer les mâchoires du frein juste assez pour maintenir le levier en équilibre et toutes les variations du frottement auraient altéré les résultats dans une mesure importante. Pour obvier à cet inconvénient, M. Carpentier a imaginé un frein de Prony à serrage automatique fondé sur la loi du frottement des cordes, loi d'après laquelle le frottement d'une corde sur un cylindre croît beaucoup plus vite que l'arc d'enroulement, loi si bien mise en pratique dans l'amarrage des bateaux.

L'appareil de M. Carpentier se compose de deux poulies montées sur l'arbre même du moteur à essayer. La première A est calée sur l'arbre et est entraînée par le mouvement de rotation, la seconde B est folle.

A la poulie folle B s'attachent deux cordes qui portent chacune à son extrémité un poids connu. La corde qui porte le plus petit poids *p* tombe librement dans la gorge de la poulie folle, la seconde corde fixée aussi à la poulie folle repose sur la poulie calée et supporte le poids P. En faisant tourner la machine dans le sens où agit le poids

[1] Voir le numéro 1, page 36.

Digitized by Google

P, la corde qui porte ce poids subit le frottement de la poulie mobile, et la différence des tensions aux deux extrémités de l'arc embrassé croît très rapidement à mesure que cet arc augmente. La poulie folle tendrait à se mouvoir comme l'arbre tournant sous l'effort exercé par la corde du poids P, mais elle est retenue par le poids p qui agit sur l'autre corde. L'équilibre s'établit automatiquement et à chaque instant lorsque l'arc embrasé a une amplitude telle que la tension de la corde du poids P a, à son point d'attache, une tension égale à p. C'est la condition d'équilibre.

En donnant le même diamètre aux poulies A et B, l'expression du travail par *seconde* est donnée par la formule :

$$T = \frac{\pi dn}{60} (P - p)$$

formule dans laquelle

T, est le travail développé par seconde, en kilogrammètres ;

d, le diamètre des poulies en mètres ;

n, le nombre de tours *par minute ;*

P, est le poids accroché au brin de la poulie folle B en kilogrammes,

p, le poids accroché au brin de la poulie calée A en kilogrammes.

Connaissant le nombre de tours, le diamètre des poulies et la valeur des poids P et p, on en déduit aisément la valeur du travail. Les cordes ne conviennent que pour de très faibles puissances ; pour mesurer un travail plus important, M. Carpentier emploie des rubans d'acier.

Construit tel que venons de le décrire, le frein à serrage automatique de M. Carpentier, est sujet à de graves objections lorsqu'on veut l'appliquer à des mesures précises.

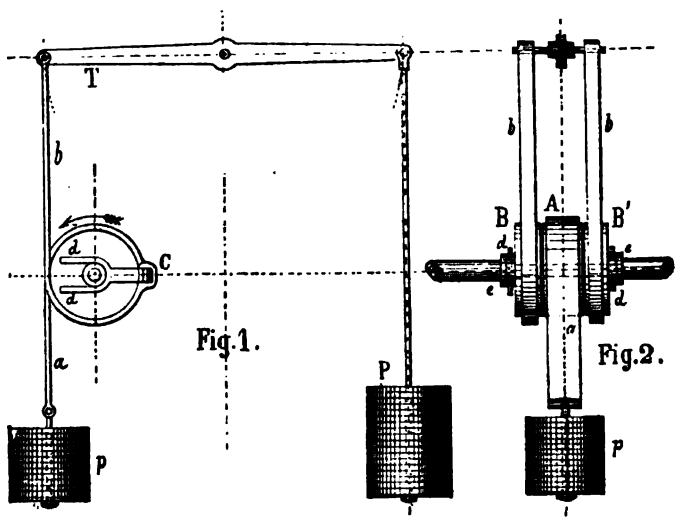
En effet, le poids relativement énorme du frein avec les poids P et p, fixés en porte à faux à l'extrémité de l'arbre, faussent les résultats dans une mesure d'autant plus grande que le moteur est plus petit, car le diamètre des arbres des petits moteurs est incomparablement plus gros que celui des grands moteurs : d'autre part les poids P et p ne sont pas constants, à cause de l'enroulement inverse des cordes, mais c'est là une cause d'erreur sans grande importance ; enfin le point d'attache de la corde qui glisse sur la poulie fixe n'étant pas dans le même plan que celui de la poulie folle, il en résulte un effort de gauchissement qui produit une usure inégale et rapide de l'arbre et de la poulie ; on ne peut donc employer que des poulies étroites ou des lames de peu de largeur.

C'est en étudiant le moyen d'éliminer ces inconvénients que M. Raffard est arrivé à construire sa balance dynamométrique fondée sur le même principe que le frein de M. Carpentier, mais établie

Digitized by Google

dans des conditions industrielles et permettant de mesurer depuis des forces très faibles jusqu'à des forces qui atteignent et dépassent dix chevaux-vapeur, suivant les dimensions de l'appareil.

Le frein de M. Raffard représenté ci-dessous se compose d'une poulie calée sur l'arbre A et de deux poulies folles B et B'. T est le fléau d'une balance à laquelle on suspend le poids P. C est un étrier qui reçoit les attaches des sangles *a*,*b* et *b'*. Le poids de l'étrier est équilibré par rapport à l'axe au moyen de contrepoids fixés aux branches *d*.



Balance dynamométrique de M. N. J Raffard.

Le fonctionnement est identique à celui du frein de M. J. Carpentier; l'action du poids P s'exerçant de bas en haut sur la poulie soulage d'autant les axes et rend le frein équilibré : il n'y a pas de gauchissement puisque les forces s'exercent dans le plan des poulies, et comme les courroies de sangle ne sont pas fixées aux poulies d'une façon invariable, celles-ci peuvent changer de place et ne s'ovalisent pas en s'usant toujours du même côté.

La partie inférieure des poulies plonge dans une petite cuve plate en zinc remplie d'eau ordinaire ou d'eau de savon pour lubrifier les sangles.

Le diamètre des poulies est établi pour présenter un développement exprimé en un nombre rond de centimètres, 20, 50 ou 100 centimètres. Connaissant la valeur P—*p* en kilogrammes, et le nombre de tours par minute *n*, on en déduit le travail produit par une simple multiplication.

Digitized by Google

La balance dynamométrique de M. Raffard forme un tout complet, assez compact, et pouvant s'adapter en quelques minutes à toute machine à l'aide d'un joint de Cardan fixé à chaque extrémité de l'arbre du frein.

A l'Exposition internationale d'électricité, ce frein est appliqué, dans le pavillon de la Société *la Force et la Lumière*, à la mesure du travail produit par une machine Siemens actionnée par des accumulateurs Faure. Nous pensons que ces mesures se poursuivront pendant la durée du Congrès et que l'appareil si pratique de M. Raffard nous fixera enfin sur la valeur réelle des accumulateurs Faure, et servira à étudier en même temps la variation du rendement des machines dynamo-électriques lorsqu'on fait varier leur vitesse et l'intensité du courant qui les traverse, car la valeur réelle du *rendement* d'un moteur n'est autre chose que le rapport entre l'énergie électrique qui lui est fournie, *de borne à borne*, et le travail effectif *mesuré au frein*.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 22 août 1881.

M. Trève adresse, par l'entremise de M. Edm. Becquerel, l'indication des résultats d'expériences destinées à étudier les effets produits par des dérivations établies sur les circuits téléphoniques.

M. Trève, commandant l'École des défenses sous-marines, a effectué ces expériences entre Boyardville et les îles ou les stations téléphoniques environnantes, avec le concours de l'aviso *le Phoque*. Les dérivations ont été établies, tantôt dans un circuit métallique complet, tantôt sur un fil communiquant à la terre par ses deux extrémités. Dans d'autres expériences, on a étudié les effets d'induction produits entre les fils placés à $0^{m},50$ de distance. Enfin, diverses expériences ont été effectuées en prenant le point de dérivation à la terre elle-même, sur l'une des stations qui étaient en correspondance directe l'une avec l'autre ; en mettant à la terre la seconde extrémité du fil du téléphone placé dans la dérivation, on a pu percevoir nettement la conversation échangée.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Cornu).

Digitized by Google

Séance du 29 août 1881.

Sur quelques cas nouveaux de figures équipotentielles, réalisées électrochimiquement. Note de M. A. Guébhard.

« Pour répondre aux doutes émis récemment, dans une thèse de Göttingen[1], sur la possibilité expérimentale de la méthode dont j'ai eu l'honneur de présenter les premiers résultats le 26 avril 1880, je ne saurais mieux faire que de mettre sous les yeux de l'Académie la réalisation électrochimique de plusieurs cas nouveaux, et particulièrement celui de l'hyperbole équilatère, que M. H. Meyer avait jugé trop compliqué pour le soumettre en entier aux vérifications électrométriques de l'ancienne méthode de Kirchhoff.

« M. C. Neumann[2] a montré qu'une distribution électrique linéaire dans un plan infini devait donner une répartition potentielle suivant des ellipses homofocales: ce sont des systèmes de ce genre que j'ai obtenus, dans toutes les excentricités, en prenant comme électrode négative une lame de tôle mince, au-dessus d'une feuille positive dans l'acétate de plomb.

« M. Adams[3] a étudié, parmi d'autres cas déjà connus, ceux de deux ou de quatre électrodes symétriques, avec une de nom contraire au centre: les courbes sont les mêmes que pour l'angle droit et le demi-plan que j'ai précédemment réalisés. La coïncidence des figures avec mes anneaux colorés est d'ailleurs parfaite, et la ligne neutre, en particulier, se trouve marquée avec une rigueur mathématique. Il y a toujours avantage, en effet, à opérer sur ce plan infini où l'on évite l'influence perturbatrice des bords, influence qu'ont notée tous les observateurs et à laquelle je n'ai pu me soustraire d'une manière complète qu'en me plaçant dans des conditions expérimentales tout à fait rigoureuses, c'est-à-dire en appliquant ma feuille sur une couche parfaitement plane de cire molle, au fond du récipient électrolytique dont les parois, également en cire ou en gutta, suivaient exactement le contour de la surface à étudier.

« Avec cette dernière précaution on rentre dans le cas étudié par M. Adams, d'un conducteur cylindrique vertical avec électrodes linéaires parallèles à l'axe. Le savant président de la Société de physique de Londres a démontré par le calcul, et vérifié par l'expérience, que la distribution dans l'électrolyte est alors la même pour chaque

[1] *Ueber sationäre Strömung in leitenden Flächen*, von Meyer, 21 pp., pet. in-8°.
[2] *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, t. VII, p. 79-99, 1872.
[3] *Proceedings of the Royal Society of London*, t. XXIV, p. 4, 1876.

Digitized by Google

section horizontale que pour le cas analogue du plan. Dans mes expériences, la discontinuité due à la présence d'une feuille métallique est évidemment compensée par la petite distance des aiguilles employées comme électrodes : j'espère pouvoir le démontrer par une extension des calculs qu'a établis M. Ditscheiner[1] pour le cas d'électrodes sphériques infiniment petites; mais, en attendant, les faits sont là pour le prouver, et lors même qu'il m'est arrivé de porter à plusieurs millimètres l'écart des électrodes, j'ai toujours vu l'étalement des anneaux se faire suivant une loi de similitude qui ne pourrait empêcher de trouver tout au moins dans mon procédé une indication rapide et matérielle sur l'allure générale de la fonction potentielle la plus compliquée.

« Je me réserve de préciser, dans un travail plus étendu, les meilleures conditions opératoires : avec des courants de forte tension et de très faible quantité, on atténue, autant que possible, les effets de polarisation qui ne peuvent être combattus par inversion et qui sont très nuisibles dans l'acétate de plomb ; dans le même but, je fais prédominer maintenant l'acétate de cuivre ; d'autres électrolytes donneraient peut-être de meilleurs résultats ; mais déjà le champ est si vaste, dans la limite des indications données, qu'en s'y conformant M. Meyer a de quoi se convaincre certainement qu'on peut obtenir autre chose « que les anneaux ordinaires de Nobili ».

FAITS DIVERS

Petites nouvelles de l'Exposition. — Les auditions téléphoniques constituent, à n'en pas douter, le plus grand succès de l'Exposition, tout au moins auprès du grand public qui s'intéresse toujours plus aux résultats qu'aux moyens de les obtenir. On se plaint, peut-être avec raison, de la lenteur qui préside à l'installation des salles du Théâtre-Français.

L'Exposition doit fermer ses portes le 15 novembre, mais à partir du 1er novembre, le froid sera sans doute déjà assez vif pour rendre le palais de l'Industrie d'un séjour peu agréable. Il importe donc de se hâter. Il est aussi question d'installer des fanfares téléphoniques de trompes de chasse qui pourront s'entendre dans toute la nef du palais.

Les conférences qui ont lieu chaque matin dans la bibliothèque, salle 22, sont assidûment suivies par une foule de visiteurs avide de connaître les

[1] *Sitzungsber. d. math.-wiss. Cl. d. k. Akademie in Wien*, t. LXXVIII, 2e p., p. 93, juin 1878.

Digitized by Google

principes des appareils électriques dont le palais de l'Industrie présente aujourd'hui une collection unique au monde. Pour conserver à ces causeries familières leur caractère spécial de *conférences-promenades*, on n'a pas cru devoir permettre aux auditeurs et au conférencier l'accès de la grande salle du Congrès.

Il aurait cependant été facile de tout concilier en limitant la durée de la conférence proprement dite; tout le monde aurait été ainsi assis et aurait pu prendre des notes. Il est, nous semble-t-il, encore temps d'essayer. Nous reproduisons ici, à titre de renseignement, la liste des conférences déjà faites. Nous aurions voulu pouvoir prolonger la liste des conférences à faire, mais il est impossible de fixer exactement la date de chaque conférence plus d'une semaine à l'avance.

1re SEMAINE. — Lundi, 29 août : *M. le comte du Moncel*. Télégraphie électrique (1re conférence). — Mardi, 30 : *M. E. Hospitalier*. Les générateurs mécaniques d'électricité. — Jeudi, 1er septembre : *M. Seligman-Lui*. Construction, pose et mise en service des lignes télégraphiques sous-marines. — Vendredi, 2 : *M. Lartigue*. Signaux électriques appliqués aux chemins de fer. — Samedi, 3 : *M. A. Niaudet*. Piles électriques.

2e SEMAINE. — Lundi, 5 septembre : *M. le comte du Moncel*. Télégraphie électrique (2e conférence). — Mardi, 6 : *Dr A. D'Arsonval*. Électro-physiologie. — Mercredi, 7 : *M. Frank-Géraldy*. Éclairage électrique. — Vendredi, 9 : *M. Van Ryssel berghe*. Enregistreurs électriques. — Samedi, 10 : *M. Williot*. Horlogerie électrique.

3e SEMAINE. — Lundi, 12 septembre : *M. le comte du Moncel*. Télégraphie électrique (3e conférence). — Mardi, 13 : *M. Marcel Deprez*. Moteurs électriques. — Vendredi, 16 : *Teisserenc de Bort* (*Léon*). L'électricité appliquée à la météorologie. — Samedi, 17 : *M. E. Hospitalier*. Applications de l'électricité aux usages domestiques.

M. A. Lahure vient de publier une nouvelle édition du *Catalogue général officiel* de l'Exposition d'électricité qui renferme des améliorations importantes que nous devons signaler.

Elle renferme d'abord le plan complet que nous avons publié déjà dans notre numéro du 15 août. Le nom de chaque exposant dans chaque classe est suivi d'une indication de toutes ses installations, numéro des salles, nef, pourtour, bas côtés, etc. C'est là une addition heureuse qui évitera bien du temps perdu. Enfin un tableau synoptique permet de retrouver dans le catalogue toutes les expositions françaises et étrangères appartenant à une classe déterminée, ce qui facilite beaucoup l'étude méthodique des appareils exposés.

—

La première séance du Congrès aura lieu le 15 septembre à trois heures du soir. Une réunion préliminaire de la chancellerie du Congrès aura lieu le matin à neuf heures dans les bureaux du commissariat général.

Ces réunions du jeudi ont pour but principal de régler l'ordre des travaux.

Digitized by Google

La formation du Jury occupe et préoccupe beaucoup en ce moment le Commissariat général. Non-seulement, le choix des membres sera fait sans le concours des exposants, mais encore, dit-on, aucun exposant ne pourra en faire partie.

Etablie sur ces bases, la liste du Jury présentera un très grand intérêt de curiosité. Nous attendons sa publication avec une vive impatience.

—

Une nouvelle application du téléphone. — Aux États-Unis, le téléphone vient d'être mis au service de la justice pour surprendre les conversations échangées entre détenus. Le microphone permettant de distinguer tous les sons émis dans une pièce, sans qu'il soit nécessaire que la bouche de celui qui parle soit en contact immédiat avec l'appareil, on a eu l'idée, à New-York, de placer un microphone contre le mur d'une cellule de prison, en recouvrant soigneusement l'ouverture avec du papier mince, percé de petits trous à peine visibles. Dans cette cellule, on a fait entrer les complices ou les parents d'un prévenu, puis on les a laissés ensemble, sans surveillant. Pendant qu'ils s'entretenaient, un agent ou un gardien de la prison tenait son oreille collée au téléphone relié au transmetteur. La ruse a parfaitement réussi, paraît-il.

Le prévenu, ne soupçonnant pas que dans les cellules les murs pussent avoir des oreilles, profita du moment où on le laissa seul avec ses complices pour causer du crime dont il était accusé.

La justice a obtenu ainsi d'importantes révélations qui n'avaient pu être arrachées par d'autres moyens.

—

La crémation électrique. — Les hommes pratiques ont quelquefois des idées bien invraisemblables.

Sans vouloir prendre ici parti pour ou contre la crémation qui a ses partisans et ses adversaires, nous pouvons dire qu'en prévision de l'application plus ou moins prochaine de ce mode spécial de funérailles, certains ingénieurs se préoccupent, non plus de savoir *si* on sera crémé, mais *comment* on sera crémé.

A la dernière réunion de l'Association amicale des anciens élèves de l'École centrale, un membre a proposé la crémation électrique. Le procédé est assez simple. Il s'agissait seulement de larder le corps du patient de fils de platine de dimensions convenables et de le faire traverser par un courant électrique pendant un temps suffisant pour produire la calcination complète.

On est sûr par ce moyen de ne pas introduire dans les cendres de substances étrangères. Il serait peut-être prématuré de songer à la réalisation prochaine de ce mode original d'incinération, mais il était néanmoins utile de le signaler à titre de nouvelle application possible de l'électricité aux usages domestiques.

Digitized by Google

BOITE AUX LETTRES

—

Un de vos lecteurs, Paris. Nous avons parlé des dépôts de nickel galvanique de MM. Boudreaux parce que nous avions des renseignements sur leur industrie, mais sans dire pour cela qu'ils soient *seuls* à obtenir ces résultats.

Nous enregistrons bien volontiers que MM. Christophe et Lionnet obtiennent les mêmes produits par des procédés galvanoplastiques analogues.

M. Ellas C. G., Paris. L'erreur typographique qui nous a fait imprimer *splénoïde* pour *solénoïde* est certainement regrettable, mais je pense que le lecteur aura corrigé de lui-même en lisant.

Il est certain qu'il ne faut pas confondre la *force électromotrice* qui est la *cause* du courant avec la *différence des potentiels* qui n'est qu'une expression de la mesure de la différence de pression électrique entre deux points donnés. Dans le langage courant, on parle souvent de la cause pour l'effet, mais, *rigoureusement* parlant, c'est une inexactitude. La distinction exacte sera faite dans la deuxième édition.

Bien que n'étant pas portés aux catalogues, la lampe électrique à arc voltaïque *solide* et le régulateur tubulaire à railway font réellement partie des expositions de MM. Pilleux et Quesnot et Danaigny.

Il vous sera d'ailleurs facile de vous en assurer en visitant la salle 10.

M. L. C., à Marseille. Nous vous donnerons satisfaction dans notre prochain numéro en décrivant le chemin de fer électrique et le système des auditions téléphoniques. Nous avons voulu attendre que les systèmes fonctionnent *régulièrement* avant d'en parler.

M. D. R., à Lille. Attendez quelques mois ; le congrès vous donnera sans doute satisfaction sur les points que vous signalez.

Il semble difficile pratiquement d'obtenir en général des renseignements *exacts* sur le travail dépensé par les machines qui alimentent les foyers électriques de l'Exposition. Nous publierons tous ceux qui nous paraîtront peu suspects.

M. Bel, à Barcelone. Nous l'avouons à notre confusion, votre procédé pour utiliser en ballon l'électricité atmosphérique au chargement des piles secondaires nous échappe complètement.

Les directeurs :
N. DE KABATH — G. MASSON

Le gérant : G. MASSON

3982. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

SUR LA MESURE PRATIQUE

DES GRANDEURS ÉLECTRIQUES

PAR WILLIAM HENRY PREECE F. R. S.
Electrician of the Post Office.

1. Toutes nos idées de grandeur d'espèce quelconque sont de simples conceptions de la comparaison d'une grandeur connue avec celle que nous voulons apprécier.

Les architectes mettent des personnages dans leurs compositions pour que le spectateur juge de la dimension des édifices représentés par la comparaison avec la taille moyenne de l'homme. Le corps humain se trouve être là une sorte d'étalon de mesure.

Le physicien et l'ingénieur ont besoin d'exactitude; il faut qu'ils aient des étalons de comparaison fixes et déterminés.

Les comparaisons de *longueurs* sont faites avec le mètre ou avec le pied (foot);

Celles de masses, à la masse du gramme ou de la livre;

Celles de temps, à l'heure ou à la seconde.

2. La grandeur relative de la quantité à mesurer comparée à l'étalon choisi est le rapport de la quantité non déterminée à celle déterminée; et en fait, c'est sa *valeur numérique* en ce qu'il indique le nombre de fois que l'une contient l'autre. Et enfin l'étalon de mesure est l'unité représentée par 1 dans toute évaluation numérique, tandis que l'autre quantité est représentée par le nombre de fois qu'elle contient celle choisie pour unité.

Si nous considérons deux longueurs D et d, leur rapport sera $\frac{D}{d}$, et si d est un mètre, il deviendra $\frac{D}{1}$ ou D, D étant sa valeur numérique ou le nombre de mètres contenu dans la longueur à mesurer.

Digitized by Google

3. On est dans l'habitude d'exprimer les quantités qui se présentent dans l'étude de la physique, par des lettres. Il est important de comprendre que ces lettres représentent des valeurs numériques. Quand on dit : « Soit le temps T », on met T à la place d'un nombre indéterminé d'unités, secondes, heures ou minutes, suivant les cas. On ne peut mesurer une quantité physique qu'avec des unités de la même espèce ; on ne peut évaluer une longueur en secondes ou une masse en mètres.

Par conséquent, quand nous exprimons une loi physique par une équation algébrique, comme par exemple la célèbre loi d'Ohm

$$I = \frac{E}{R},$$

nous ne pouvons faire aucun usage de cette équation à moins de donner des valeurs numériques à ces lettres, valeurs rapportées à un même système d'unités.

Sans un système choisi et déterminé d'unités, les formules algébriques sont de simples expressions abrégées des lois qu'elles représentent ; mais avec un bon système d'unités elles deviennent des moyens de comparaison et de mesure.

4. Il faut avoir autant d'unités différentes qu'il y a d'espèces différentes de grandeurs à mesurer ; mais il n'y a que trois unités arbitraires que les physiciens doivent adopter d'un commun accord, à savoir la *seconde* de temps moyen, le *mètre* et le *gramme*. Ces unités remplissent les importantes conditions suivantes : détermination exacte, facile reproduction et facile vérification.

Toutes les quantités de la mécanique et de la physique, et particulièrement celles qu'on rencontre dans l'étude de l'électricité, peuvent être exprimées au moyen de deux ou de trois de ces unités, de temps, de longueur et de masse, qu'on a, pour ce motif, nommées fondamentales.

Tout système de mesure basé sur les unités fondamentales est appelé *absolu*. Ce malheureux nom, qui n'a pas de signification, a détourné beaucoup de personnes de l'étude d'un système qui n'est pas seulement nécessaire, mais en outre fort simple [1].

Invariable eût été un meilleur titre qu'absolu ; *dynamique* eût mieux valu encore ; mais *absolu* est le terme accepté et le système général dérivé directement des unités fondamentales susindiquées de

[1] Ce mot absolu a été introduit par Gauss dans un mémoire de 1832, *Intensitas vis magneticæ terrestris in mensuram absolutam revocata*, pour indiquer que ce système de mesure était indépendant de toute espèce d'instrument et de la pesanteur.

Digitized by Google

longueur, de temps et de masse a pris le nom de *système métrique absolu*.

Un système absolu n'est pas nécessairement lié au mètre, au gramme et à la seconde. Les unités fondamentales peuvent être le (*foot*) (pied), la (*pound*) livre et la seconde. Telle est la base du système absolu anglais (*british absolute system*).

En réalité, les unités de longueur, de masse et de temps, peuvent être tout ce qu'on veut; mais elles doivent rester invariables pour chaque système.

5. La *Force* a été définie par Newton ce qui produit ou tend à produire le mouvement. Dans les phénomènes de la gravitation, de l'électricité et du magnétisme, elle prend la forme d'attraction ou de répulsion.

Ainsi un corps grave tombe vers la terre par suite de l'attraction mutuelle de la terre et du corps considéré. Les corps *électrisés* de noms contraires s'approchent l'un de l'autre par suite de leur mutuelle attraction. Les pôles *magnétiques* de même nom s'éloignent, par suite de leur répulsion mutuelle.

La grandeur de ces forces, pesanteur, électricité, magnétisme, peut être mesurée par la vitesse que les corps sur lesquels elle s'exerce, prennent s'ils sont libres. Ainsi à Paris, sous l'action de la pesanteur, les corps graves prennent un mouvement tel, qu'au bout d'une seconde ils ont une vitesse de 9,81 mètres par seconde.

On est ainsi amené à définir l'unité de force comme celle qui, appliquée à un gramme pendant une seconde, lui donne une vitesse d'un mètre par seconde. A ce point de vue la pesanteur est une force qui appliquée à un gramme est égale à 9,81 fois l'unité absolue de force.

Si la masse du gramme sous l'action de la pesanteur est retenue par un obstacle fixe, cet obstacle est soumis à une pression qui est le poids. Ainsi le poids mesure l'action de la pesanteur sur la matière. Et le poids de l'unité de masse est égal à 9,81 unités de poids dans le système métrique absolu.

Si on surmonte l'action d'une force, si par exemple un Kgm est élevé verticalement d'un mètre de haut malgré l'action de la pesanteur, ou si deux pôles magnétiques de même nom sont rapprochés malgré leur répulsion mutuelle, du *travail a été accompli*.

Le pouvoir d'accomplir un travail est appelé *énergie*, et l'énergie dépensée est du travail.

Le travail a pour mesure le produit de la masse mue par l'espace parcouru ; et l'unité de travail ou d'énergie est accomplie quand une masse égale à l'unité a parcouru une longueur égale à l'unité.

Digitized by Google

Un *kilogrammètre* de travail est accompli quand un kilogramme a été élevé d'une hauteur d'un mètre et est équivalent à 9810 unités de travail du système métrique absolu. L'unité en usage ordinaire en Angleterre est le *foot pound*, travail accompli par la livre anglaise (453 grammes) élevée d'un pied.

Cette unité est $\frac{1}{7,23}$ du Kgm. = 0,13825 Kgm.

L'énergie dépensée sous toute autre forme que celle de travail mécanique ou chimique prend la forme de chaleur.

C'est ainsi que, dans beaucoup de cas, la chaleur est non seulement une indication d'une dépense d'énergie, mais encore peut servir à mesurer cette énergie dépensée.

Le système métrique absolu a cependant certains inconvénients d'une nature pratique qui ont amené les physiciens et les ingénieurs à y renoncer. Le mètre a été laissé de côté et le centimètre a été adopté comme unité de longueur. On est ainsi arrivé au système *centimètre, gramme, seconde* qu'on désigne par les initiales C. G. S. Dans ce système définitif, l'unité de force s'appelle *dyne* et l'unité de travail ou d'énergie *erg*.

La principale raison qu'on ait eue pour l'adoption du système C. G. S. est que les densités des différentes substances sont égales aux poids spécifiques, tandis que dans le système mètre gramme seconde, l'une est la millionième partie de l'autre.

6. Beaucoup d'autres systèmes absolus ont été proposés. On avait même proposé de prendre la longueur du quart du méridien terrestre (10 millions de mètres) pour unité de longueur, la seconde comme unité de temps, et la masse d'un dix-millionième de milligramme comme unité de masse. Weber, qui est le vrai créateur de ce système scientifique de mesures, avait adopté le millimètre et la masse du milligramme.

Mais le système C. G. S., choisi par le comité de l'Association britannique, a été très généralement adopté et il y a lieu d'espérer qu'il deviendra international et par suite universel. Il exprime en mesures définies et uniformes toutes les relations des forces physiques. C'est un système fondé sur la science et sur la nature qui embrasse la conception du travail, et qui pour ce motif aurait dû être appelé *système dynamique d'unités*.

Les valeurs numériques prises sont les mêmes, quel que soit le pays où les observations sont faites. Il a ainsi réuni dans un ensemble harmonieux toutes les sciences.

L'immense avantage qu'un tel système présente, outre son indé-

Digitized by Google

pendance, est la suppression de nombreux coefficients et des laborieux calculs qu'ils entraînent, qui ont été jusqu'ici nécessaires pour traduire en unités employées dans un pays la grandeur des quantités exprimées en unités d'un autre pays.

L'adoption presque universelle du système métrique français a non seulement ouvert la voie à ce progrès désiré, mais encore elle l'a rendu pratique et possible.

La confusion qui se présente à l'intelligence des divers systèmes nationaux pour la représentation des dimensions linéaires, des échelles de température et des poids, est condamnée aussitôt qu'elle est aperçue.

7. Heureusement, dans l'électricité, nous n'avons pas de systèmes établis à renverser, parce qu'il n'y en avait aucun. Il suffirait qu'un *système absolu* convenable fût proposé, pour qu'il fût adopté. Et cependant la question d'un système pratique reste ouverte, car le système absolu C. G. S. n'est pas universel et sa nomenclature n'est pas encore adoptée par tous, même en Angleterre.

8. Un système absolu d'unités pur et quoique théoriquement parfait, n'est pas pratique. Il faut choisir un système dérivé du système absolu pour qu'il soit pratique sans modification. Dans tout système il doit y avoir des nombres excessivement grands et d'excessivement petits; et le choix entre divers systèmes dérivés est en réalité un choix entre des maux divers.

L'unité absolue de résistance électrique est si petite qu'elle est très au-dessous de ce que peuvent atteindre nos appareils; pour la rendre pratique et l'amener dans la sphère d'action de nos instruments, nous sommes obligés de la multiplier par mille millions.

De même, le *foot pound* anglais est égal à 13 560 000 fois l'*erg* ou unité de travail et d'énergie.

Cet inconvénient est beaucoup diminué, quand on écrit les grands nombres comme le produit de deux facteurs dont l'un est une puissance de 10 ; 10^{15} équivaut à un suivi de 15 zéros. Avec cette convention le rapport cité plus haut du foot pound à l'erg s'exprime comme suit: $1{,}356 \times 10^{7}$. C. G. S.

L'unité pratique de résistance électrique, ou l'*ohm* comme on l'appelle, est égale à mille millions de fois ou 10^{9} C. G. S. unités absolues de résistance, tandis que l'unité pratique de capacité est égale à $\frac{1}{1\,000\,000\,000}$ ou 10^{-9} C. G. S. de l'unité absolue de capacité.

La différence entre le mètre et le centimètre est une simple différence d'exposant de 10. Ainsi $9{,}81 \times 10^{2}$ est l'accélération de la pesanteur à Paris en centimètres; et $9{,}81 \times 10^{3}$ en millimètres.

Digitized by Google

Le quart du méridien terrestre est égal à 10^7 mètres et le mètre est égal à 10^{-7} quart du méridien.

Un *horse-power* est 7 460 000 000 ergs par seconde qu'on peut écrire $0{,}746 \times 10^{10}$ ergs et le *cheval-vapeur* français $0{,}736 \times 10^{10}$ ergs.

9. Tout système absolu basé sur les unités fondamentales de temps, de longueur et de masse, est facile à convertir en un autre, quand on sait le rapport de chacune des unités d'un système à celle correspondante de l'autre.

Les équations qui expriment ces rapports sont appelées équations de dimension. La théorie des dimensions et les lois concernant les variations des unités dérivées, quand les unités fondamentales changent, ont été développées par Fourier dans sa *Théorie de la chaleur*.

Leur discussion ne nous est pas nécessaire ici.

Nous ne considérerons qu'un seul système dérivé, à savoir le système électro-magnétique d'unités C. G. S.

Nous donnerons ici celles de ces équations qui sont le plus souvent utiles.

Unités fondamentales :

Longueur $= L$ Temps $= T$ Masse $= M$

Unités mécaniques dérivées :

Vitesse $= V = \frac{L}{T}$ Force $= F = \frac{LM}{T^2}$ Travail $= T = \frac{L^2M}{T^2}$

Unités électromagnétiques :

Quantité.	Symboles.	Dimensions de l'unité.
Quantité.	Q	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$.
Force électromotrice.	E	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$.
Capacité.	K	$L^{-1} T^2$.
Intensité.	I	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$.
Résistance.	R	$L T^{-1}$.

10. Le système électro-magnétique d'unités électriques de l'Association britannique est bien représenté dans le tableau suivan

Digitized by Google

Symbole.	Quantité.	Nomenclature.	Unités C.G.S.
R	Résistance.	Ohm.	10^9
E	Force électromotrice.	Volt.	10^8
K	Capacité.	Farad.	10^{-9}
Q	Quantité.	[*Ampère*].	10^{-1}
I	Intensité.	Weber.	10^{-1}

On voit que les unités absolues de résistance et de force électromotrice sont si petites qu'il faut les multiplier par de très grands nombres pour les amener dans des limites pratiques, tandis que les unités d'intensité, de quantité et de capacité sont si grandes qu'on est obligé d'employer des fractions.

Les noms qui ont été donnés à ces unités ont eu aussi un résultat pratique heureux. La seule unité, qui n'ait pas encore de nom, est celle de quantité, et le nom d'Ampère a été proposé pour figurer avec les autres noms illustres qu'on a si heureusement employés[1].

Des symboles ont été attachés à chaque quantité et ce serait un grand service à rendre au public que l'adoption invariable de ces notations dans tous les mémoires ou publications des physiciens.

Ces lettres deviennent ainsi des symboles abrégés qui portent avec eux la même idée que le mot entier. Je donne celles qui sont en usage habituel en Angleterre, mais il faut dire que beaucoup d'auteurs paraissent vouloir embrouiller leurs lecteurs en faisant un usage sans règle de tout l'alphabet pour indiquer à des moments différents la même quantité.

Dans l'application pratique de ces unités, des multiples ou des fractions s'imposent souvent. Ainsi, tandis que l'ohm est une unité très convenable pour les mesures de résistances métalliques ordinaires, il faut employer de très grands nombres quand on veut exprimer la résistance d'un isolant. Dans ce dernier cas, on emploie comme unité auxiliaire un multiple 10^6 ohm auquel on a donné le nom abrégé de *megohm*.

D'autre part, le farad ou unité de capacité est trop grande et 10^{-6} de cette unité est l'unité secondaire qu'on appelle *microfarad*.

Le weber est convenable pour les courants qui donnent de la lumière électrique et qui font la transmission de la force; mais c'est une unité trop grande pour la télégraphie; dans cette industrie le *milliweber* ou weber $\times 10^{-3}$ est une unité convenable; et enfin

[1] La proposition a été faite par M. Johnstone Stoney à l'Association britannique en 1874.

Digitized by Google

dans certaines recherches de physique, le *microweber* est quelquefois employé.

Des symboles exponentiels semblables à ceux usités pour indiquer les degrés de température ont aussi été proposés et sont très employés. L'ohm est indiqué par la lettre ω et le megohm par Ω; le weber par Γ et le milliweber par γ. Les autres quantités pourraient aussi être indiquées de la même manière. Ainsi, de même que 12° se lit 12 degrés, de même 12^{ω} se lirait 12 ohms et ainsi des autres.

11. Tel étant le système pratique d'unités électro-magnétiques, la question suivante se pose : Comment les grandeurs électriques qui paraissent si indépendantes du temps, de la masse et de la longueur, peuvent-elles être mesurées avec les unités fondamentales?

La *résistance* est l'obstacle qu'oppose au passage de l'électricité la matière qu'elle traverse. Par conséquent pour mesurer la résistance il faut que nous puissions mesurer le flux d'électricité ou la quantité d'électricité qui passe dans un temps donné par un conducteur. Le transport de l'électricité d'un point à un autre d'un conducteur est toujours accompagné d'un travail accompli et d'une dépense d'énergie. On a des aimants mis en mouvement, de la chaleur développée, de la lumière produite ou des décompositions chimiques effectuées; de sorte que la mesure de la quantité d'électricité ou la mesure d'un *courant électrique* revient à celle de la force qu'exerce un aimant, ou d'une quantité de chaleur qu'il développe, ou d'une quantité de travail qu'il accomplit dans un temps donné.

Nous n'étudierons que la première méthode, celle fondée sur l'effet électro-magnétique d'Oersted. Nous avons ici un courant électrique agissant sur un aimant, de manière à le faire mouvoir; mais avant de mesurer la force de cette action, nous avons besoin de trouver l'expression de la force de l'aimant lui-même dans le même système d'unités.

12. La loi fondamentale du magnétisme, la loi de Coulomb, se formule ainsi : Des pôles magnétiques de nom contraire s'attirent et de même nom se repoussent, avec une force F, qui est proportionnelle au produit des intensités magnétiques des deux pôles (m, m') et inversement proportionnelle au carré de la distance d qui les sépare.

$$F = \pm \frac{mm'}{d^2} \qquad (1)$$

Le signe + indique la répulsion, le signe — l'attraction.

Digitized by Google

En d'autres termes, un pôle exerce une force sur l'autre et si un pôle repousse un pôle semblable à une distance d'un centimètre avec la force d'une *dyne*, les intensités magnétiques seront égales à l'unité; en effet, dans la formule précédente, F et d étant égales à 1, nous aurons en conséquence $m = m' = 1$.

L'unité de force magnétique polaire n'a pas encore reçu de nom; on pourrait choisir celui de Gauss ou celui de Coulomb.

Mais laissons de côté le second pôle et bornons-nous à examiner l'espace qui entoure le premier pôle magnétique. La région qui entoure un aimant s'appelle *champ magnétique*, et comme la terre joue le rôle d'un grand aimant, une région quelconque à sa surface est une partie du champ magnétique terrestre, et l'intensité du champ peut être mesurée par la force avec laquelle un pôle d'aimant est affecté quand on l'y place. En fait, l'intensité d'un champ magnétique est la force qui agit sur le pôle unité quand il est placé dans ce champ. S'il est libre, il se mouvra avec une vitesse déterminée; s'il est fixe, il éprouvera une tendance au mouvement. Ce fait est exprimé par la formule

$$f = m\mathrm{H}, \qquad (2)$$

dans laquelle f est la force agissant sur le pôle magnétique d'intensité m, et H est l'intensité du champ magnétique. Au moment présent la composante horizontale de l'intensité du champ magnétique à Paris est de 0,1776 unités C. G. S., et si le pôle d'intensité égal à l'unité[1] y était placé, il s'y mouvrait sous l'influence de cette fraction de dyne. Nous ne pouvons pas concevoir l'existence d'un pôle sans un autre; quelle que soit l'action exercée sur le premier, la même s'exerce en sens inverse sur le second. Par conséquent l'effet de la composante horizontale de la terre est de faire tourner l'aimant suspendu autour de son centre fixe et de l'amener dans le méridien magnétique avec une force définie et mesurable.

Un champ magnétique est graphiquement représenté par le tracé de lignes qui indiquent en chaque point la direction que prendrait une aiguille aimantée très petite, si on la déplaçait dans le champ. Faraday a fait un tel usage de ces lignes imaginaires qu'on est arrivé à les regarder comme de réelles lignes de force existant dans l'espace et répondant à certaines conditions physiques. C'est ainsi qu'on dit qu'un champ magnétique est traversé par des lignes de force; et si ces lignes sont parallèles et équidistantes, on dit que le champ est uniforme.

[1] A Greenwich, en 1881, la composante horizontale est 0,1832

Digitized by Google

Le champ magnétique de l'aimant terrestre est pratiquement uniforme.

Un courant électrique produit aussi un champ magnétique. L'espace au voisinage d'un fil conduisant un courant est dans ces conditions. Si un fil est plié en cercle et parcouru par un courant, le centre de ce cercle aura une intensité magnétique qu'il est facile de mesurer. Par exemple, si nous avons un courant circulaire d'un centimètre de rayon et si un courant circule dans un arc d'un centimètre de longueur, et exerce une force égale à l'unité, sur un pôle d'intensité égale à l'unité placé au centre, ce courant aura par définition une intensité égale à l'unité, et produira un champ magnétique d'une unité d'intensité au centre.

Si le courant circule dans tout le cercle, il exerce une action égale à 6.2832 unités de force au centre.

Cette unité d'intensité est la C. G. S. unité d'intensité.

On voit donc qu'on peut mesurer l'intensité des courants par les forces qu'ils exercent; et ces forces étant mesurées au moyen des unités fondamentales, les courants électriques peuvent être aussi mesurés dans ce système.

13. Maintenant se pose la question : Comment les courants électriques sont-ils produits? L'intensité d'un courant ne dépend que de deux quantités, la force électromotrice [1] et la résistance, suivant une relation déterminée par Ohm et exprimée par la formule bien connue.

Faraday a montré que si un fil se meut dans un champ magnétique et coupe les lignes de force à angle droit, il s'y produit une force électromotrice et un courant y circulera si le fil fait partie d'un circuit fermé.

L'intensité du courant dépend de l'intensité du champ magnétique H, de la longueur du conducteur L, de la vitesse avec laquelle le conducteur se meut en coupant les lignes de force V et de la résistance du circuit R.

$$I = \frac{VHL}{R}. \qquad (3)$$

Par conséquent si nous avons un champ magnétique d'intensité *un*

[1] La force électromotrice est la différence de pression électrique (potentiel) qui détermine le flux d'électricité. C'est l'analogue de la différence de température qui détermine le flux de chaleur ; de la différence de niveau qui détermine le mouvement de l'eau ; et enfin de la différence de pression qui détermine le flux d'air ou de gaz.

Digitized by Google

et si la résistance du circuit est *un;* si encore le conducteur a l'unité de longueur et coupe, dans son mouvement, les lignes de force à angle droit, avec une vitesse égale à l'unité et de telle sorte que chacun de ses points se meuve dans une direction perpendiculaire à sa longueur, le courant développé aura une intensité égale à l'unité. Ainsi, l'intensité des courants peut être mesurée par la vitesse du mouvement dans le champ magnétique et par suite dépend des unités fondamentales de temps et de longueur.

14. Ayant ainsi une mesure de l'intensité du courant rapportée aux unités fondamentales, nous avons aussi une mesure de la force électromotrice et de la résistance du circuit avec les mêmes unités.

Il est évident que dans la formule d'Ohm,

$$I = \frac{E}{R},$$

si I et E sont égaux à *un*, R sera aussi égal à *un*.

Si on engendre un courant (unité) dans un champ magnétique (unité), avec une vitesse (unité), la force électromotrice sera égale a l'unité et le fil doit avoir l'unité de résistance. Car dans l'équation (3) si I,V,H et L sont égaux à *un*, R doit être aussi égal à *un*. La résistance du circuit et la force électromotrice produites dans le champ par une vitesse d'un centimètre par seconde sont si petites, qu'il a été nécessaire pour réaliser un système pratique de prendre une vitesse beaucoup plus grande. On a adopté une vitesse de 10^9 C. G. S. unités absolues; et par suite l'unité pratique de résistance est telle qu'elle exige une vitesse de mille millions de centimètres par seconde pour produire le courant unité dans les mêmes circonstances [1].

Telle est l'unité de résistance qu'on a appelée *ohm* et qui est égale à 10^9 centimètre-secondes. On dit souvent et très inexactement qu'elle est égale à une vitesse de 1000 millions de centimètres par seconde.

[1] Il est pratiquement impossible de produire des courants par la méthode simple indiquée plus haut. Le comité de l'Association britannique en a employé une autre, proposée par sir William Thomson. On employa un cadre circulaire de fil isolé tournant autour d'un axe vertical ; au centre un petit aimant était placé, orienté dans le méridien magnétique ; il était dévié par les courants engendrés dans le cadre dont les fils coupaient les lignes de force magnétique de la terre. Il fallut prendre de grandes précautions, calculer de nombreuses corrections à cause de l'irrégularité des lignes de force de la terre, de l'action inductive de l'aimant sur le cadre, de la *self induction* du cadre, de la torsion du fil de suspension, de la variation de température, etc., etc... Le résultat a été seulement une mesure approchée de l'ohm véritable; mais cette quantité a été prise pour étalon en Angleterre. Des bobines étalons représentant exactement cette résistance ont été distribuées ou vendues.

Digitized by Google

La résistance est une propriété de la matière inerte et la vitesse est du mouvement; c'est une chose propre à jeter la confusion et un abus de langage de dire que la résistance est une vitesse. Il est exact de constater que la formule ou équation de dimension qui représente la résistance dans le système électro-magnétique est la même que celle qui représente la vitesse ; mais il faut ajouter qu'il n'en est pas ainsi dans tous les autres systèmes.

Par exemple, dans le système électro-statique (fondé sur la loi de Coulomb), la résistance et la vitesse n'ont pas la même équation de dimension.

Quelques auteurs ont poussé cette idée erronée si loin qu'ils arrivent à exprimer des vitesses en ohms. C'est ainsi que la vitesse de la lumière serait 2,98 ohms!

15. Résistance. — L'*ohm* a été mesuré approximativement par le comité de l'Association britannique (1861-1869) qui a consacré de grands soins à cette opération; mais malgré toutes les précautions apportées par les expérimentateurs les plus habiles, l'étalon a été déclaré et est en effet seulement une mesure approchée de la quantité cherchée. D'autres physiciens ont repris cette détermination et sont arrivés aux chiffres donnés ci-après :

1864.	B. A. Unité	1,0000
1870.	Kohlrausch	1,0196
1873.	Lorenz	0,9797
1876.	Rowland	0,9912
1877.	H. F. Weber	1,002
1881.	Rayleigh et Schuster	0,9895
	Moyenne	0,9952

Malheureusement le nom de Ohm a été donné à la résistance approchée et pas à la véritable unité 10⁹ C. G. S. unités de résistance.

Cette inexactitude et cette fausse application de nom ont laissé ouverte la discussion pour d'autres unités; mais en réalité il n'y en a qu'une seule en présence, à savoir l'unité Siemens qui est la résistance d'une colonne de mercure pur de 1 mètre de long et de 1 millimètre carré de section à 0 degré centigrade.

Il n'y a aucune raison scientifique pour justifier la conservation de cette unité, si ce n'est qu'elle est très approchée de l'*ohm*. Si la colonne de mercure avait 1,0475 mètre de long, cette unité conventionnelle aurait probablement été une approximation plus exacte de la valeur vraie de l'ohm que l'unité BA elle-même. Les unités fondamentales elles-mêmes sont inexactes et nous sommes obligés de nous contenter de simples approximations. Les étalons électriques d'ailleurs

Digitized by Google

peuvent être reproduits avec une plus grande précision qu'aucun autre, car les mesures électriques sont d'une exactitude extrême. Il y aurait avantage à ce que le terme *ohm* fût appliqué d'un commun accord à la valeur théorique 10^9 unités absolues de résistance. Toutes les bobines étalons seraient des approximations du véritable ohm. On pourrait dans le langage courant les appeler des ohms, mais on saurait que toutes les mesures prises avec ces étalons ne sont qu'approchées.

L'ohm pratique offrirait ainsi un avantage auquel le mètre ne peut pas prétendre ; car l'erreur commise en prenant le mètre pour 10^{-7} du quart du méridien terrestre, subsistera par convention, tandis que les ohms en usage iront en se perfectionnant et s'approchant de la vraie valeur, à mesure que nos procédés se perfectionneront.

Grâce au progrès des connaissances et de l'habileté dans l'exécution, l'exactitude sera de plus en plus grande avec le temps. Un comité de l'Association britannique étudie actuellement la question, et une nouvelle mesure de l'ohm va être faite par une méthode imaginée par M. Carey Foster.

Le comité de l'Association britannique a déposé à l'observatoire de Kew plusieurs bobines construites de différentes façons et avec des métaux différents. Elles sont maintenant dans le laboratoire de Cavendish, à Cambridge[1].

Ces bobines ont été examinées en 1867 par M. Hockin ; elles n'avaient pas varié, alors. En 1876 le professeur Chrystal les examina de nouveau et les trouva bonnes, à l'exception de celle de platine-argent qui était altérée. Elles doivent être examinées encore par le comité de l'Association britannique.

Le besoin se fait sentir d'un établissement central pour l'examen périodique des étalons et pour la comparaison des appareils qui seraient envoyés à la vérification.

16. Courant. — L'unité de résistance étant ainsi déterminée, toutes les autres unités en découlent naturellement.

[1] Deux de ces bobines ont été faites en fil de platine et deux avec du mercure, et enfin deux de chacun des alliages suivants :

Or et argent,
Platine et argent,
Platine et iridium.

Les fils de ces bobines variaient de longueur de 1 à 2 mètres de long et de 5 à 8 centièmes de millimètre de diamètre.

L'isolement était assuré par une couverture de soie saturée de paraffine.

Digitized by Google

Le weber est l'unité pratique de courant ou d'intensité de courant. Elle est égale à $\frac{1}{10}$ C. G. S. unité absolue.

Le comité de l'Association britannique a cependant considéré l'avantage qu'il y aurait à faire que l'unité pratique d'intensité et l'unité absolue C. G. S. d'intensité fussent identiques. Les raisons qui ont donné cette intention seront exposées un peu plus loin. Les difficultés pratiques de l'emploi d'une intensité dix fois plus grande que l'actuelle sont fort peu sérieuses, tandis que les avantages théoriques qu'il y a à le faire sont très grands.

Aucun instrument typique n'a encore été construit pour la mesure du courant en webers. Celui qui est le plus généralement employé et qui est probablement le meilleur est l'électro-dynamomètre. Il a l'avantage d'être indépendant du magnétisme et peut être employé en tous lieux sans correction particulière.

L'électro-dynamomètre est fondé sur l'action mutuelle qui s'exerce entre deux courants. Un cadre de fil est librement suspendu dans un autre et le courant à mesurer passe dans les deux. Dans la disposition de Siemens, la répulsion est balancée par un ressort de torsion avec lequel on ramène l'index au zéro. L'intensité du courant est mesurée par la torsion, qui est indiquée par une aiguille mobile sur un cercle gradué. Le professeur Helmholtz a combiné un électro-dynamomètre dans lequel la répulsion est exactement pesée, c'est-à-dire mesurée par un poids qui lui fait équilibre.

Le galvanomètre des tangentes de Pouillet est également utile et exact. Quand on connaît la composante horizontale du magnétisme terrestre, pour le lieu de l'observation, et les dimensions du galvanomètre, on peut calculer l'intensité du courant par la formule :

$$I = \frac{K}{2\pi n} H \tang \theta, \qquad (4)$$

dans laquelle :

K est le rayon du cercle ;

n le nombre des spires ;

H la composante horizontale ;

θ l'angle de déviation.

La manière ordinaire d'opérer consiste à déterminer la constante de l'instrument en employant un élément étalon dont la force électromotrice et la résistance intérieure soient connues. On obtient ainsi un coefficient qui, multiplié par la tangente de l'angle de déviation, donne le courant en webers.

Les galvanomètres des tangentes peuvent être employés avec avantage, surtout pour les courants télégraphiques. Pour les courants

Digitized by Google

puissants en usage pour la lumière électrique et pour le transport de la force, l'électro-dynamomètre est plus pratique et plus exact.

M. Marcel Deprez a imaginé un galvanomètre très utile dans lequel un léger fer doux est placé dans le champ magnétique intense d'un grand aimant en fer à cheval. Les déviations sont, entre certaines limites, proportionnelles aux intensités et donnent le courant en webers.

Les courants peuvent aussi être mesurés par la chaleur qu'ils développent ; l'équation :

$$\text{Chaleur} = \frac{I^2 R t}{J} \qquad (5)$$

qui exprime la loi de Joule, détermine la relation et donne le résultat en grammes-degrés, c'est-à-dire, le nombre de grammes d'eau dont la température serait élevée d'un degré centigrade, J étant l'équivalent mécanique de la chaleur. Un weber élève 2405 grammes d'eau d'un degré en une seconde. C'est là une méthode très utile pour déterminer la valeur moyenne des courants alternatifs, comme on les emploie pour les bougies Jablochkoff.

17. — Force électro motrice. Le *volt* est l'unité pratique de force électromotrice; il est égal à 10^8 C. G. S. unités absolues de force électromotrice.

Sa valeur a été choisie égale à 10^8 C. G. S. unités absolues de force électro-motrice, parce qu'elle était très rapprochée de celle de l'élément Daniell; mais ce choix a amené des difficultés considérables dans le calcul des rapports qui existent entre les différentes formes de l'énergie. Le comité de l'Association britannique a proposé de faire le volt égal à 10^9 C. G. S. unités de force électromotrice. Cela donnera au weber la valeur de l'unité absolue d'intensité, et aura certainement l'avantage de rendre le système plus scientifique et plus uniforme. Il n'y aucune difficulté pratique connue à effectuer ce changement. Cela entraîne un simple déplacement de la virgule d'un rang. D'ailleurs, le weber et le volt ne sont pas encore depuis assez longtemps en usage pour que le changement de dénomination ait des conséquences graves.

Aucun étalon du volt n'a été construit par le comité de l'Association britannique. Un élément Daniell donne une mesure très approchée du volt; mais sa force électromotrice varie beaucoup. Un grand nombre de physiciens ont mesuré cette force électromotrice, et les nombres trouvés varient de 10 pour 100 entre eux. Le chiffre de sir William Thomson :

$$E = 1{,}079 \times 10^8 \text{ C. G. S. unités,}$$

est le plus généralement accepté.

Digitized by Google

L'élément étalon employé par le Post-Office (Ministère des postes et télégraphes anglais) est de cette espèce et se trouve avoir la plus grande utilité pratique [1].

L'élément de Latimer Clark est remarquablement constant quand il est neuf; mais il n'a pas résisté à l'épreuve de la pratique. Sa force électromotrice est 1,457 volt à 15°,5 centigrade.

Il est fâcheux qu'on n'ait pas encore établi un étalon du volt. Il reste à l'état de *desideratum* et sa fixation paraît être un des plus importants services que peut rendre le Congrès.

18. L'unité de quantité n'est que peu employée en pratique. On la fait dériver de la loi de Faraday :

$$Q = It,$$

ce qui implique que l'unité de quantité est rapportée à l'unité de temps.

Elle n'a pas encore reçu de nom, et dans le système électro-magnétique elle est pratiquement contenue dans le weber [2].

Dans les phénomènes électro-chimiques, l'unité de quantité est de grande importance. Le poids d'un électrolyte décomposé dans un temps donné par le courant qui le traverse est proportionnel à la quantité d'électricité qui passe. Cela est vrai même du poids atomique. La quantité d'une substance décomposée par l'unité de courant est *l'équivalent électro-chimique* de cette substance. Et la détermination une fois faite pour une substance se trouve faite pour tous les électrolytes, car l'équivalent électro-chimique de chaque corps est proportionnel à son équivalent chimique.

L'unité de quantité (l'ampère) décompose 0,00092 d'un gramme d'eau et produit par cette décomposition 0,000102 gramme d'hydrogène et 0,000 818 gramme d'oxygène [3].

[1] Cet élément étalon présente cette particularité qu'il contient deux vases supplémentaires; l'un contient du sulfate de cuivre et l'autre de l'eau. On met au repos dans le premier l'électrode cuivre et dans le second le zinc. Le vase central qu'on n'emploie qu'au moment de l'observation contient du sulfate de zinc. Cet élément conserve sa constance pendant des mois. On a soin de n'y employer que des matières très pures.

[2] En fait, le mot weber avait été originairement appliqué à l'unité de quantité; mais l'usage, ce maître souverain en matière de langage, a transporté cette appellation à l'unité d'intensité pour laquelle un nom était plus impérieusement nécessaire et à laquelle il convient mieux.

Webers par seconde est un terme trop long pour l'usage journalier dans ce siècle de progrès.

[3] Weber a constaté qu'un weber décompose un gramme d'eau en deux heures cinquante-sept minutes trois quarts. Le docteur Johnstone Stoney (Assoc. brit., 1874) a

Digitized by Google

19. Le *farad* est l'unité pratique de capacité; elle représente 10^{-9} C. G. S. unités de capacité. Le farad est beaucoup trop grand pour les besoins de la pratique et on emploie le *microfarad* qui est la millionième partie du farad et qui vaut 10^{-15} C. G. S. unités de capacité.

Il aurait mieux valu appeler *farad* le sous-multiple au lieu de l'unité elle-même qui, dans la pratique, n'est jamais employée.

La capacité d'un condensateur se mesure par la quantité d'électricité qu'il contient quand il est chargé par l'unité de force électromotrice.

La bouteille de Leyde est le type de tous les systèmes capables de retenir une charge d'électricité. Il y faut deux conducteurs séparés par un diélectrique. La capacité est proportionnelle à l'aire des surfaces conductrices opposées; elle est inversement proportionnelle à l'épaisseur du milieu isolant qui est entre elles. Deux feuilles d'étain séparées par un papier paraffiné, ou encore par une feuille de mica recouverte de gomme laque ou de paraffine, constituent ce qu'on appelle proprement un condensateur. Les condensateurs de la pratique, d'une capacité d'un tiers de microfarad, sont faits avec du papier d'étain et du mica et sont employés comme étalons; mais l'air est le seul diélectrique satisfaisant et sûr pour un véritable étalon, car il est à l'abri de tous les éléments étrangers qui peuvent être absorbés par le mica et la paraffine et qui les vicient.

L'Association britannique s'occupe maintenant de préparer des condensateurs à air, de la forme proposée par M. Fleeming Jenkin, à savoir : deux tubes concentriques de laiton mince. On les mesure par comparaison avec une sphère isolée qui, dans un espace illimité, a une capacité mesurée par son rayon.

20. *Travail.* — L'*erg* est l'unité C. G. S. de travail; mais elle est tellement petite qu'il faut la multiplier par un million pour la pratique. On a ainsi le megerg $= 10^6$ ergs.

Quelquefois on la multiplie par 10^{10} et on l'appelle *ergdix*, « ergten » en anglais. Ce multiple est plus convenable que le megerg, parce qu'il a une valeur très approchée du horse-power de Watt, qui est 550 foot-pounds par seconde, travail d'un cheval théorique. Un *horse-power* est égal à $0,746 \times 10^{10}$ ergs. Ce serait un grand bienfait pour la science de remplacer le *horse-power* ou le cheval-vapeur qui sont à la fois arbitraires et sans base, par une unité plus scientifique,

calculé d'après les dimensions supposées aux molécules, telles que les ont données Loschmidt, Sir William Thomson et lui même, qu'il fallait 10^{-20} ampères pour décomposer chaque molécule d'eau, et il a proposé cette quantité comme une quantité physique naturelle qui méritait d'être adoptée comme une nouvelle unité fondamentale.

Digitized by Google

et aucune ne peut être plus avantageuse que l'*ergdix* (*ergten*) qu'on pourrait appeler le *watt*.

Foot-pound	=	13,56 meg ergs	=	0,00135 ergdix.
Kilogrammètre	=	98,1 —	=	0,0098 —
Force de cheval	=	7360 —	=	0,736 ergdix par seconde.
Horse-power	=	7460 —	=	0,746 —

Puisque le travail accompli par un courant par seconde est, en ergs, le produit de l'intensité par la force électromotrice, ce qu'exprime la formule :

$$T = IE,$$

la force (horse-power) dépensée s'obtient en divisant I E par 746, ce qui s'exprime ainsi :

$$\frac{IE}{746} = \text{horse-power} = HP.$$

Le gramme degré $= 42 \times 10^6$ ergs $= 42$ megergs.

Le pound degré $= 1,91 \times 10^{10}$ ergs $= 19,100$ megergs.

L'unité de travail a une grande importance dans toutes les questions relatives à l'économie dans l'éclairage électrique.

La chaleur développée dans un temps donné t par un courant d'intensité I circulant dans un fil de résistance R, si aucun autre travail n'est accompli par ce courant, est I^2RT divisé par J, c'est-à-dire l'équivalent mécanique de la chaleur ou 42 megergs; cette formule donne le résultat en grammes-degrés.

Sinon, considérons la résistance intérieure de la source (r) et la résistance (l) du circuit extérieur, l'équation devient :

$$\begin{aligned}\text{Chaleur} &= I^2t\,(r + l)\\ &= I^2rt + I^2lt.\end{aligned}$$

Le premier terme indique la chaleur développée dans la source, et le second celle développée dans le circuit extérieur.

Le travail accompli dans une partie quelconque du circuit peut être obtenu en remplaçant IR par E dans l'équation (5) qui devient alors :

$$\text{Chaleur} = EIt,$$

E étant la différence des potentiels exprimée en volts, entre les ex-

Digitized by Google

trémités de cette partie du circuit. C'est ainsi que le travail dépensé dans une lumière électrique peut être facilement calculé.

21. *Conclusion.* — Le médecin examine le corps de son malade, il étudie l'état de la langue, de la peau, du pouls, il mesure la température ; ce ne sont là que des tentatives, si on les compare à l'exactitude avec laquelle le physicien peut étudier les conditions électriques de ses appareils et des corps inertes. L'œil mental de l'électricien peut scruter les « profondeurs insondables de l'océan ». Sa vue théorique peut sonder l'impénétrable, elle peut ouvrir à la lumière du jour les parties invisibles de son petit monde.

On ne peut pas exagérer le progrès que le système dynamique de mesures exactes a fait réaliser aux arts de l'électricité appliquée.

Il a rendu la télégraphie sous-marine pratiquement et commercialement possible, car il a permis à l'ingénieur de calculer avec une admirable exactitude la position de la plus petite gerçure dans le plus long câble, il a permis de diriger le navire avec précision dans la mer la plus profonde et la plus agitée au point d'une rupture. Il a conduit au perfectionnement de la qualité du fil employé, qui a donné l'augmentation de la vitesse de transmission et une économie nouvelle dans l'exploitation.

En Angleterre, aucun fil, ni aérien, ni souterrain, ni sous-marin, n'est accepté sans une minutieuse inspection, de la mesure de sa résistance et de sa capacité. Au Ministère des Postes et Télégraphes, chaque appareil est soigneusement mesuré et rejeté s'il ne remplit pas les conditions électriques et mécaniques spécifiées par le cahier des charges. Le progrès qui en résulte dans l'exploitation est immense. Le dérangement des appareils, qui était autrefois l'accident le plus commun, est devenu le plus rare.

L'état des lignes dans le pays est reconnu chaque jour et une inspection exacte se pratique en notant les variations des courants reçus à l'extrémité des circuits. Les instruments de recherche sont devenus d'admirables outils et d'exactes balances entre les mains des physiciens. Les grossières mesures qualitatives du passé sont devenues quantitatives.

Le progrès n'a pas été moindre dans les autres applications de l'électricité, particulièrement dans l'éclairage électrique et le transport de la force. Sans les nouveaux procédés de mesure, on n'aurait pas pu trouver le rapport exact entre la force dépensée et l'effet produit, qui seul a permis de rendre pratique et utile à l'humanité cette application magnifique de l'une des plus grandes forces de la nature.

Digitized by Google

PROPOSITIONS

Comme conclusion, je propose :

1° Que le C. G. S., système électro-magnétique absolu de mesures soit adopté comme base d'un système international ;

2° Que ce système soit appelé *dynamique ;*

3° Que le mot *ohm* soit appliqué à la vraie valeur de 10^9 C. G. S. unités de résistance ;

4° Que l'unité de force électromotrice soit à peu près égale à 10^8 C. G. S., unités de force électromotrice ;

5° Que l'unité C. G. S. d'intensité devienne l'unité pratique ; elle aura ainsi une valeur décuple de celle actuellement en usage ;

6° Que l'unité de quantité s'appelle l'*ampère ;*

7° Que l'unité de capacité reste le *farad* $= 10^{-9}$ C. G. S., unités absolues de capacité ;

8° Que l'unité de puissance mécanique usuelle soit appelée le *watt* et soit à égale 10^{10} ergs par seconde.

Le remarquable travail de M. Preece que l'on vient de lire a été sanctionné par le Congrès, depuis sa publication, sinon complètement, du moins dans ses parties les plus essentielles.

Voici d'ailleurs ce qu'a décidé le Congrès sur chacun de ces points :

1° Adopté ;

2° Le Congrès n'a pas donné de nom spécial au système d'unités qu'il a adopté. A cause de son origine, il est probable que le système continuera à s'appeler C. G. S ;

3° Adopté ;

4° On a conservé l'ancien *volt* $= 10^8$ unités C. G. S ;

5° Le Congrès a conservé l'unité d'intensité anciennement nommée Weber en Angleterre en lui donnant le nom d'*Ampère ;*

6° L'unité de quantité se nomme *Coulomb ;*

7° Adopté ;

8° Le Congrès ne s'est pas prononcé sur ce point.

En résumé, les unités électriques adoptées par le Congrès sont basées d'une part sur le système métrique français et d'autre part sur les définitions fondamentales établies par le Comité de l'Association Britannique et si clairement exposées dans le travail de M. Preece.

Digitized by Google

L'EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ

LE MUSÉE RÉTROSPECTIF [1]

Nous avons donné précédemment la description des curieux appareils d'électricité rétrospective, exposés par l'Italie dans la salle 18 du Palais de l'Industrie; nous allons compléter aujourd'hui l'énumération des curiosités réunies dans ce musée historique qui n'est assurément pas une des parties les moins instructives de l'Exposition d'électricité.

Tout autour et au milieu de la salle 18 sont exposés quelques objets que l'on peut véritablement appeler des reliques de la science. Nous citerons d'abord un appareil ayant servi aux expériences électro-magnétiques d'Œrsted. C'est une boussole qui faisait partie d'un vieil instrument d'arpentage, et qui n'a pas cessé en quelque sorte d'être utilisée par Œrsted dans le cours de ses mémorables recherches. A côté de cette boussole on remarque un autographe d'Œrsted; c'est une lettre adressée à M. Gloesener, elle est exposée près du buste de l'illustre physicien danois qui est né en Danemarck en 1777 et qui est mort en 1851.

Les découvertes d'Œrsted peuvent être considérées comme ayant ouvert la voie aux travaux d'Ampère. Nous sommes donc naturellement conduits à parler des objets qui concernent ce grand savant. Au milieu de la salle 18 on peut voir la table originale qui a servi aux travaux d'Ampère sur l'électro-dynamique; on y remarque les circuits métalliques, au moyen desquels Ampère détermina les lois fondamentales qui régissent l'action des courants sur les courants. Dans une vitrine voisine sont exposées quelques curieux autographes d'Ampère; nous citerons notamment son Mémoire manuscrit sur les phénomènes électro-dynamiques. Cette pièce, d'une grande valeur historique, a été exposée par la *Société française de Physique*. On voit à

[1] Suite et fin. — Voy. numéro 10, p. 449.

Digitized by Google

côté de ce manuscrit quelques lettres d'Ampère; dans l'une d'elles le savant académicien dit, non sans amertume : « Je suis menacé de me voir ôter la place de l'École polytechnique, sans laquelle je ne puis subsister à Paris ». On voit que le fondateur de l'électro-dynamique n'a pas échappé aux inquiétudes et aux tribulations qui semblent presque toujours s'attacher au génie.

A côté de la table d'Ampère on trouve la machine magnéto-électrique de Pixii, construite en 1832, après que Faraday eut fait connaître qu'il était possible de produire des courants galvaniques au moyen d'un aimant. Il est inutile d'insister sur l'importance historique de cette première machine de Pixii; on peut se rendre compte des progrès réalisés par la science, en quittant les salles du musée rétrospectif, pour aller voir fonctionner dans la grande nef les machines dynamo-électriques modernes de Gramme, de Siemens et de tant d'autres habiles constructeurs.

Entre la table d'Ampère et la machine de Pixii est exposé le premier régulateur automatique pour lumière électrique imaginé par Foucault en 1848.

L'exposition rétrospective anglaise est remplie de curiosités non moins précieuses; on y voit briller au premier rang le nom de Faraday. Voici la pompe de compression et le tube scellé, au moyen duquel ce grand découvreur liquéfia quelques-uns des gaz connus de son temps. Voici en outre l'appareil original, à l'aide duquel Faraday obtint une étincelle électro-magnétique. La *Royal Institution of great Bretain* a encore exposé une grande boîte vitrée contenant des ampoules de verre préparées par Faraday pour expérimenter les propriétés magnétiques et diamagnétiques des gaz et des vapeurs. On voit dans cette boîte une trentaine d'ampoules de verre scellées à la lampe et contenant les substances sur lesquelles Faraday exécuta ses observations. Nous mentionnerons encore dans l'exposition anglaise un rhéostat de Faraday, les appareils télégraphiques de Wheatstone et ceux au moyen desquels ce phisicien entreprit ses mesures sur la vitesse de transmission de l'électricité, etc.

Il nous est impossible de décrire tous les appareils réunis dans le musée rétrospectif; nous nous arrêterons seulement encore sur quelques-uns d'entre les plus remarquables.

Digitized by Google

Dans la vitrine de la section belge nous avons remarqué un système désigné sous le nom de *Pan Electro-magneticum*. Cet appareil a été employé pour démontrer tous les phénomènes que l'on peut produire par l'action réciproque d'un courant électrique et d'un aimant et par celle de deux courants électriques. A côté de cet appareil est un télégraphe à écrire à deux molettes fonctionnant par le principe du renversement alternatif du courant avec suppression du ressort de rappel et du magnétisme remanent.

Une grande vitrine de la salle 18 est consacrée à des appareils concernant l'histoire de la télégraphie électrique; nous citerons un relais Morse, un relais à suspension sur couteau de Breguet, un relais à électro-aimant de Mouilleron, des sonneries à trembleur, un rappel à sonnerie, un remarquable récepteur à signaux construit en 1850, un manipulateur à touche synchronique construit en 1852, un appareil écrivant de Dujardin, un télégraphe Morse à encre de Thomas John inventé en 1857, etc., etc.

La salle 20, à côté de la salle 18, comprend la suite du musée rétrospectif; on y voit de nombreuses vitrines contenant des appareils exposés par l'Observatoire de Paris, le Muséum d'histoire naturelle, le Conservatoire des Arts et Métiers, le Collège de France, etc.

Parmi les appareils de l'Observatoire de Paris nous citerons ceux qui ont servi à M. Alfred Cornu pour la détermination de la vitesse de la lumière, l'appareil chronographique installé par M. Lœvy pour la détermination des longitudes, l'appareil de M. C. Wolff pour la détermination de l'équation personnelle absolue dans les observations de passage. Les vitrines du Collège de France, placées à l'autre extrémité de la salle, sont remplies d'appareils qui concernent surtout aussi l'histoire contemporaine. On y remarque d'intéressants appareils de M. le professeur Marey et du docteur A. d'Arsonval. Tout ceci, nous le répétons, touche à l'époque moderne et nous n'y insisterons pas ici. Mais nous ne saurions passer sous silence les vitrines du Conservatoire des Arts et Métiers, et celles du Muséum d'histoire naturelle. Elles abondent en appareils intéressants; le Conservatoire des Arts et Métiers a envoyé notamment les électromoteurs de Froment; il en existe cinq modèles différents con

Digitized by Google

struits de 1844 à 1848. La boussole des sinus et la boussole des tangentes de Pouillet offre aussi un grand intérêt ; elle se voit dans la vitrine du Muséum à côté des appareils de Becquerel. Nous avons remarqué l'actinomètre original de Ed. Becquerel de 1841, l'appareil pour le dégagement de l'électricité par pression de A. C. Becquerel en 1823, des électro-aimants pour le magnétisme de l'oxygène, une balance électro-magnétique, des tubes avec corps phosphorescents de Becquerel, le thermomètre électrique, les pyromètres thermo-électriques du même, etc., etc. Mentionnons encore un des premiers couples à courant secondaire de M. Gaston Planté en 1860, et terminons ici une énumération incomplète, quoique déjà longue, qui exigerait pour être développée en détail, une véritable histoire de l'électricité, depuis Volta jusqu'à nos jours. GASTON TISSANDIER.

ÉPURATION MAGNÉTIQUE

DE LA PATE A PORCELAINE

Entre les pièces de porcelaine absolument blanches et intactes et celles qui présentent la plus petite tache, il y a une différence de valeur commerciale de 40 pour cent. On comprend donc quel intérêt capital ont les fabricants à épurer la pâte de la manière la plus parfaite possible. Or, il se trouve que ces taches sont produites par de petites quantités de matières ferrugineuses, et l'expérience a montré que ces matières, dont la composition chimique n'est pas encore bien connue, sont attirables à l'aimant.

Depuis longtemps on a essayé de retenir les corpuscules en question au moyen d'aimants ; mais on employait de petites piles et de petits électro-aimants ; les piles étaient mal entretenues ; les moyens étant insuffisants, le résultat n'était pas atteint.

Deux importantes fabriques françaises se sont décidées à faire la dépense nécessaire et ont monté des appareils que nous allons décrire et dont le résultat est pleinement satisfaisant.

Chaque électro-aimant se compose de deux bobines placées dans la même ligne ; leurs bouts éloignés sont réunis par une

Digitized by Google

longue pièce de fer ou de fonte qui sert de culasse à cet électro-aimant; les deux bouts rapprochés se regardent, séparés par une petite distance; l'un est le pôle Nord, l'autre Sud de l'électro-aimant; entre eux est un champ magnétique puissant, pourvu que le courant excitateur soit suffisant. Une boîte étanche enveloppe ce champ magnétique; elle est grande ouverte par le haut, et présente à sa partie inférieure une ouverture ronde qui est l'entrée d'un tuyau d'écoulement. La pâte à porcelaine, très liquide, arrive dans la dite boîte, rencontre un petit toit de zinc qui la renvoie à droite et à gauche sur les faces polaires; les matières magnétiques sont retenues et le reste (eau et pâte à porcelaine) passe. Cette opération nouvelle ne ralentit en aucune façon le travail; la pâte dans son trajet pour aller aux bassins où on fait la décantation, traverse le champ magnétique et s'épure sans que cela demande aucun temps et oblige à aucune manœuvre. Il faut seulement deux fois par jour nettoyer les surfaces polaires et enlever les matières ferrugineuses retenues; on le fait, en projetant un jet d'eau sous pression entre les deux pôles de l'électro-aimant, après avoir mis son fil en court circuit et, par conséquent, supprimé presque complètement le magnétisme.

Au lieu d'une pile, on fait usage d'une machine Gramme du modèle dit à petite lumière, c'est-à-dire le plus petit modèle industriel, qui est actionnée par une machine à vapeur servant à d'autres usages. Cette machine excite actuellement trois électro-aimants chez MM. Pillivuyt et Cie, à Mehun-sur-Yèvre, Cher; mais elle en pourrait exciter cinq ou six bien certainement.

Ces Messieurs évaluent *provisoirement* à 7 ou 8 kilogrammes, le poids de matière ferrugineuse arrêtée sur 100 000 kilogrammes de pâte. Il passe dans chacun de trois électro-aimants 5 à 600 kilogrammes de pâte par jour.

Il faut bien comprendre que la pâte ne passe qu'une fois dans le champ magnétique et que les électro-aimants sont dans des ateliers distincts, qui traitent des parties différentes de la totalité de la pâte employée dans la manufacture.

On voit à l'Exposition (de M. Bréguet), un électro-aimant de tout point semblable à ceux qu'emploient MM. Pillivuyt à Mehun et la Faïencerie de Creil. On y voit aussi des gâteaux de porcelaine dans lesquels on avait mis les résidus ferrugineux arrêtés

Digitized by Google

par le champ magnétique; ils sont littéralement couverts de taches, dont chacune aurait déprécié, une assiette ou une pièce plus importante. Ces gâteaux ont été cuits par MM. Pillivuyt et nous ont été obligeamment remis par eux, comme une démonstration matérielle des avantages d'un procédé qui pourra être encore perfectionné.

Les personnes spéciales liront avec intérêt le résultat de l'analyse des matières ferrugineuses contenues dans la pâte et arrêtées par l'épuration.

Fer	82,20
Matières argileuses	18
Charbon	0,24
	100,44

On dit que cette matière est surtout formée de silicate de fer.

A. Niaudet.

TRANSPORT DE LA FORCE A GRANDE DISTANCE

AVANTAGES DES MACHINES A FIL FIN

Soient deux machines Gramme conjuguées, semblables; appelons

R la résistance, d la source,

r la résistance du récepteur,

ρ la résistance du conducteur intermédiaire.

On a :

$$I = \frac{E - e}{R + r + \rho}$$

Si on change le fil des machines, et qu'on y mette du fil n fois plus fin, c'est-à-dire d'une section n fois plus petite, le nombre des spires sera n fois plus grand et par suite la force électromotrice sera :

n E pour la source,

et n e pour le récepteur,

la résistance de la source sera : n^2 R,

celle du récepteur $n^2 r$;

Digitized by Google

supposons qu'en même temps la résistance du conducteur devienne $\rho^1 = n^2 \rho$ on aura :

$$I_1 = \frac{nE - ne}{n^2 R + n^2 r + n^2 \rho} = \frac{E - e}{n(R + r + \rho)} = \frac{I}{n}$$

Or, si l'intensité devient $\frac{I}{n}$, l'échauffement des machines, c'est-à-dire le nombre de calories dégagées dans les conducteurs des machines ne changera pas; en effet, la quantité de chaleur qui échauffe les machines est égale à $I^2_1 n^2 R$, mais

$$I^2_1 n^2 R = \frac{I^2}{n^2} n^2 R = I^2 R$$

ce qui montre que la quantité de chaleur dégagée dans la machine source est la même pour la machine à fil fin que pour la première.

Le même raisonnement est applicable à la machine récepteur.

Il l'est encore au conducteur intermédiaire, qui est ρ dans le premier cas et $n^2 \rho$ dans le second; c'est-à-dire que la quantité de chaleur totale dégagée dans le conducteur est le même dans les deux cas; mais comme il est n^2 fois plus long dans le second, on voit que la quantité de chaleur développée dans une longueur de 1 mètre, par exemple, sera n^2 fois moindre et que finalement la température s'élèvera beaucoup moins.

Si les vitesses n'ont pas varié la quantité de travail fournie par la source et celle reçue par le récepteur sont les mêmes :

$$\begin{aligned} \text{Travail total} : &= I_1 n (R + r + \rho) \\ &= \frac{I}{n} n (R + r + \rho) \\ &= I \quad (R + r + \rho) \end{aligned}$$

La première forme est celle du travail total dans le second cas, la dernière est celle du travail total dans le premier cas.

La même démonstration est applicable au récepteur, c'est-à-dire au travail utile.

Enfin le rendement $\frac{e}{E}$ est le même dans les deux cas.

On voit donc que : *La distance à laquelle une dynamo-machine*

Digitized by Google

peut transporter une fraction déterminée de son énergie est inversement proportionnelle au carré de la section du fil qu'on y enroule, en même temps que *la température du conducteur s'élève beaucoup moins à mesure que la distance augmente.*

EMILE LACOINE.

LES AUDITIONS TÉLÉPHONIQUES THÉATRALES

SYSTÈME CLÉMENT ADER

Il suffit, pour constater l'immense succès des auditions théâtrales téléphoniques de l'exposition d'électricité, d'aller au palais de l'Industrie vers dix heures, un soir de représentation à l'Opéra. Une queue compacte et interminable se presse aux abords des salles de téléphones, et il n'est pas rare de voir ceux qui ont déjà pénétré une fois dans les salles, se replacer de nouveau à la suite, pour courir les chances de jouir encore une fois pendant deux minutes de ce spectacle curieux et sans précédent.

Tous les sons sont transmis avec une merveilleuse délicatesse, sans aucun de ces crachements qui faisaient le désespoir de tous ceux qui avaient essayé jusqu'ici d'employer le microphone à la transmission à distance des effets multiples des solis, des chœurs et de l'orchestre.

Grâce à l'obligeance de M. Clément Ader et aux dessins que M. le directeur de l'*Illustration* a bien voulu mettre à notre disposition, nous sommes en mesure de donner des détails très complets sur l'installation actuelle des auditions téléphoniques. Commençons d'abord par les transmetteurs. Les transmetteurs sont des microphones du système Ader placés sur l'avant-scène du côté de la rampe. A l'Opéra ils sont au nombre de dix, comme le représente la fig. 1, placés derrière les becs de gaz à flamme renversée. On voit sur la fig. 2 qui les représente en coupe longitudinale et en vue en-dessous qu'ils ne diffèrent pas des transmetteurs employés sur le réseau de la Société générale des téléphones. Chaque transmetteur se compose de 10 petits crayons de charbon AA, disposés en deux séries de 5 et s'appuyant sur trois traverses BCD fixées sur une petite planchette en sapin qui

Digitized by Google

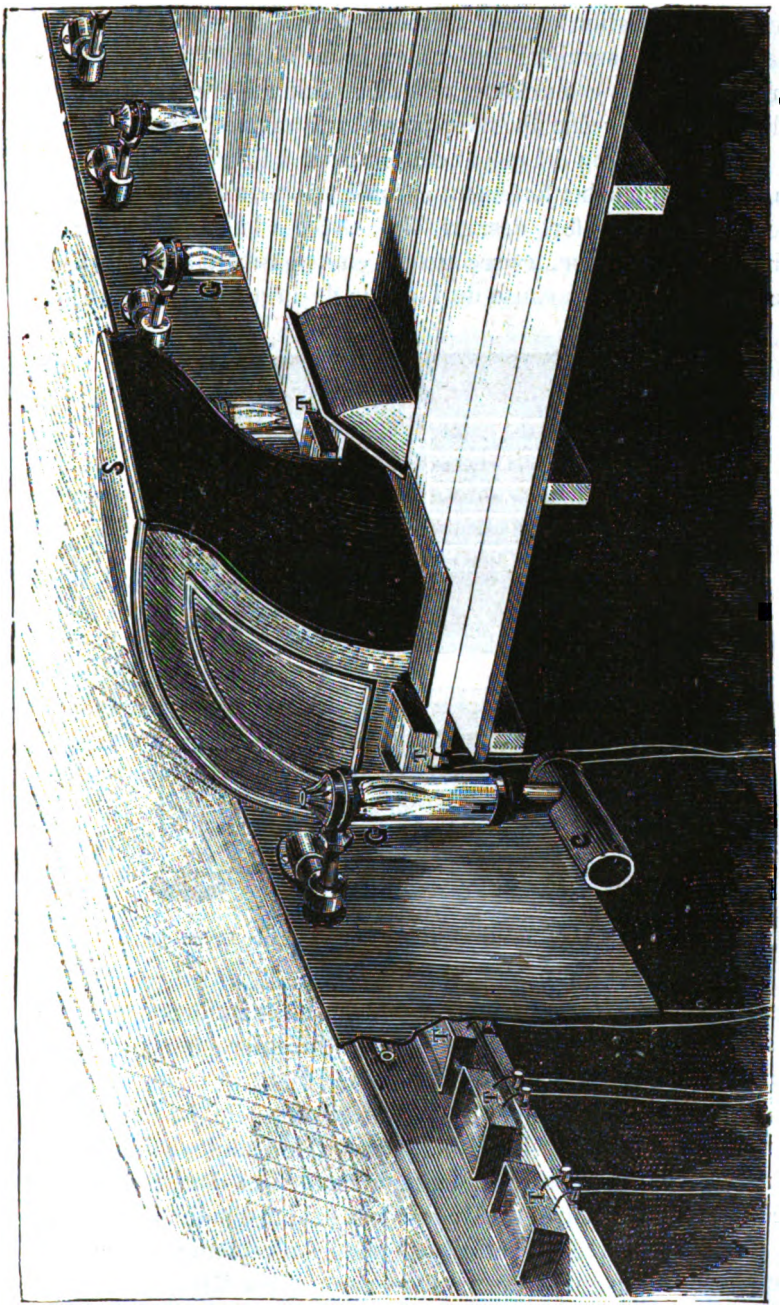


Fig. 1. — Installation des transmetteurs sur la scène de l'Opéra.

Digitized by Google

reçoit les vibrations et sert en même temps de couvercle à l'appareil. Il est assujetti sur un socle en plomb P supporté par quatre pieds en caoutchouc, afin d'empêcher les trépidations du plancher de la scène d'arriver jusqu'au transmetteur.

Cette précaution est essentielle, surtout à l'Opéra où, pendant la danse, le plancher fortement ébranlé produirait dans le système des crachements fort désagréables. Grâce à la disposition imaginée par M. C. Ader, les secousses s'emmagasinent dans les pieds en caoutchouc et, à cause de l'inertie de la masse de plomb, ils

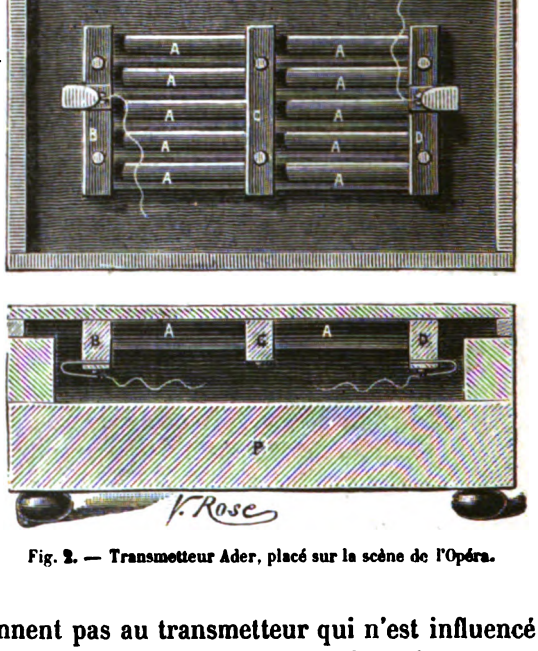


Fig. 2. — Transmetteur Ader, placé sur la scène de l'Opéra.

ne parviennent pas au transmetteur qui n'est influencé *que par les ondes sonores de l'air*. L'action du microphone est trop connue pour que nous y insistions.

Le microphone est en rapport avec une pile Leclanché de quelques éléments et le fil inducteur d'une petite bobine d'induction sans condensateur. La ligne montée *en double fil* est en relation d'une part avec le fil induit de la bobine d'induction (fig. 3), et d'autre part avec une série de téléphones récepteurs, au nombre de 8 pour chaque transmetteur dans l'installation actuelle.

Digitized by Google

Les courants ondulatoires d'induction développés dans le fil fin de la bobine par les variations d'intensité du courant qui traverse le fil inducteur réagissent sur les récepteurs. Avant de quitter l'Opéra disons que la rampe porte 10 récepteurs, que ces 10 récepteurs ont chacun leur pile spéciale, leur bobine d'induction correspondante et leur fil de ligne double complètement indépendante. Comme les piles se polarisent rapidement, un commutateur spécial non représenté permet de changer instantanément les dix groupes de piles à la fois chaque quart d'heure et de les remplacer par des nouvelles. Sur le diagramme de la figure 3 nous avons numéroté les transmetteurs 1, 2, 3 et 10, et nous avons affecté d'indices correspondants les piles P, les bobines B, les lignes et les téléphones récepteurs en relation avec ces lignes.

Les récepteurs de M. Ader (fig. 4 et 5) sont des téléphones magnéto-électriques dont l'aimant est recourbé en forme de cercle et sert en même temps de poignée à l'instrument. On voit sur la coupe fig. 5 l'aimant A, les deux noyaux B B fixés aux deux pôles et sur lesquels sont roulées deux bobines. Jusqu'ici ce récepteur est analogue aux téléphones Gower et Siemens. M. Ader a ajouté à ses téléphones un anneau en fer doux F placé en avant de la plaque vibrante, auquel il a donné le nom de *surexcitateur*. Le diamètre de cet anneau est tel que les parties diamétralement opposées soient en regard des noyaux B B. La présence de ce surexcitateur a pour effet de modifier la nature du fantôme magnétique et de donner aux lignes de force une direction *perpendiculaire* au plan de la plaque au lieu de leur laisser une direction *divergente*. Il en résulte que les variations produites dans le magnétisme de l'aimant par les courants d'induction qui traversent les bobines ont une action *maximum* sur la plaque vibrante dont le centre est placé dans le champ magnétique intense perpendiculairement aux lignes de force. Le téléphone est donc ainsi plus puissant et plus sensible aux nuances si délicates de ces transmissions téléphoniques.

Arrivons maintenant à l'effet acoustique nouveau que M. Ader a découvert et appliqué pour la première fois aux auditions téléphoniques théâtrales de l'exposition d'électricité.

Tous ceux qui ont eu jusqu'ici la bonne fortune d'entendre

Digitized by Google

les téléphones au Palais de l'Industrie ont pu remarquer qu'en écoutant avec les *deux* oreilles dans deux téléphones, l'audition prend un caractère spécial de relief, de localisation, qu'un seul récepteur est impuissant à produire.

Chacun sait en effet, par sa propre expérience, qu'en écoutant dans un téléphone, il est matériellement impossible d'avoir une idée quelconque, même grossière, de la distance à laquelle *paraît être* l'interlocuteur : pour les uns la distance n'est que de quel-

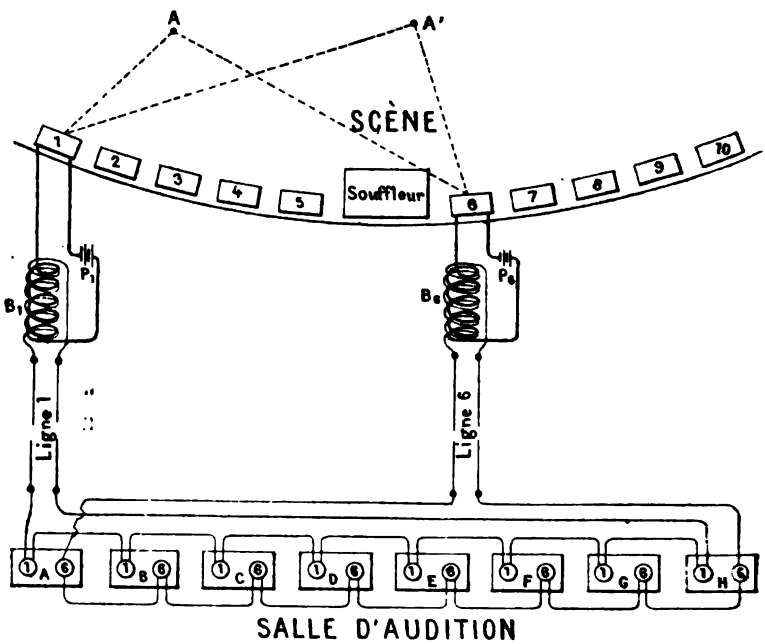


Fig. 3. — Diagramme du montage des téléphones expliquant les effets de *perspective auditive*.

ques mètres, pour les autres, la voix paraît sortir de terre à de très grandes profondeurs.

Ici rien de pareil. Dès que l'audition commence, les personnages se placent, dans l'esprit de l'auditeur, à une distance fixe, les uns à droite, les autres à gauche ; il est facile de suivre leurs déplacements et d'indiquer exactement, chaque fois qu'ils changent de côté, la distance imaginaire à laquelle ils paraissent se trouver l'un de l'autre et du spectateur téléphonique. C'est là évidemment un phénomène des plus curieux ; il touche de près

Digitized by Google

à la théorie de *l'audition binauriculaire*, et n'avait jamais encore été appliqué, croyons-nous, avant M. Ader, à produire cette illusion des plus remarquables à laquelle on pourrait donner en quelque sorte le nom de *perspective auditive*.

Nous venons d'exposer le phénomène; passons maintenant à son explication, qui est des plus simples.

Il faut, pour s'expliquer cet effet, se rappeler le stéréoscope qui permet de voir les objets avec leur relief naturel. Un effet semblable se produit pour l'ouïe, et l'on peut s'en rendre compte en se reportant à la figure 3. Chaque personne placée devant une planchette a deux téléphones qui reçoivent l'impression de deux transmetteurs distincts placés à une certaine distance l'un de l'autre. Ces transmetteurs sont donc groupés par paires, deux à deux, 1 et 6; 2 et 7; 3 et 8; 4 et 9; 5 et 10.

Nous avons seulement représenté le montage complet pour le groupe formé par les transmetteurs 1 et 6. Ce groupe alimente seize téléphones destinés à huit auditeurs, mais le transmetteur 1 sert aux huit téléphones de *gauche* et le transmetteur 6 aux huit téléphones de *droite* des huit auditeurs A, B, C,... H. Lorsque l'acteur est en A par exemple, le transmetteur 1 est plus influencé que le transmetteur 6, l'oreille *gauche* est plus impressionnée que l'oreille *droite*, le chanteur paraît alors être à *gauche*, pour les huit personnes du même groupe. Lorsque le chanteur est en A', le transmetteur 6 est au contraire plus impressionné que le transmetteur 1, le chanteur paraît être à *droite* des auditeurs. Ces impressions se modifient avec les positions relatives de chanteurs, on entend changer de place, on suit la marche, les croisements des personnages, les déplacements des chœurs, etc.

Les dix transmetteurs alimentent 80 téléphones, c'est-à-dire quarante auditeurs placés dans deux salles disposées pour recevoir chacune vingt personnes.

L'installation complète comprend cependant 160 téléphones et quatre salles. Toutes les deux minutes, les communications de téléphones sont changées à l'aide d'un commutateur placé dans le Palais de l'Industrie; les deux autres salles sont alors mises en relation avec les dix lignes venant de l'Opéra pendant les deux minutes suivantes et ainsi de suite. Sur les 160 téléphones, on n'en a donc que 80 à la fois en activité, et par suite

Digitized by Google

quarante personnes écoutant à la fois comme nous venons de le dire.

On pourra arriver à donner encore plus de puissance aux effets en augmentant le nombre des lignes et en ne plaçant plus que six téléphones au lieu de huit sur le circuit de chaque transmetteur.

L'emploi du double fil a été nécessaire pour supprimer tout bruit d'induction. C'est jusqu'ici le seul procédé à peu près efficace pour obtenir le résultat cherché, et nous pensons que toutes les dispositions préconisées en dehors de ce procédé coû-

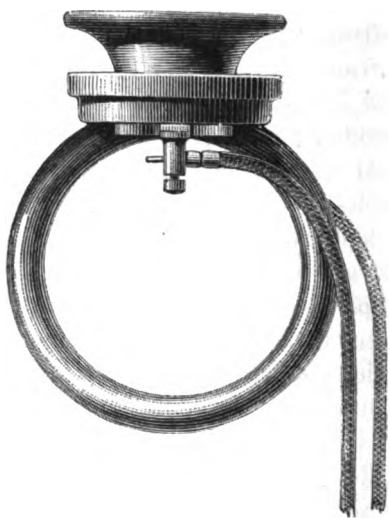


Fig. 4. — Téléphone récepteur Ader.

teux mais simple auraient été impuissantes à l'assurer. Avec certains systèmes dont le principe consiste à tout affaiblir à la fois par l'introduction de résistances dans le circuit, on aurait perdu toute la délicatesse des transmissions, et les éclats de voix seuls seraient parvenus jusqu'aux salles d'audition.

On a aussi essayé de relier les Français au Palais de l'Industrie.

Jusqu'à présent les expériences n'ont pas aussi bien réussi qu'à l'Opéra, principalement à cause de la nature des foyers de la rampe qui, aux Français, sont à flamme droite et produisent des courants d'air ascendants fort gênants.

Digitized by Google

Comment rendre l'impression produite sur les visiteurs par les auditions téléphoniques? il faut avoir entendu ces effets indescriptibles pour s'en faire une idée, et nous conseillons à tous ceux qui le peuvent d'assister à ce spectacle unique au monde.

Chacun a sa part dans ce succès, mais la plus belle revient sans contredit à M. Clément Ader qui a su si bien développer et amener à l'état pratique le microphone de M. Hughes. M. le ministre des postes et télégraphes, qui a mis gracieusement à la disposition de M. Ader les lignes nécessaires à cette mémorable expérience, M. Berger et la Société générale des téléphones qui ont organisé les expériences, M. Breguet qui a construit les appa-

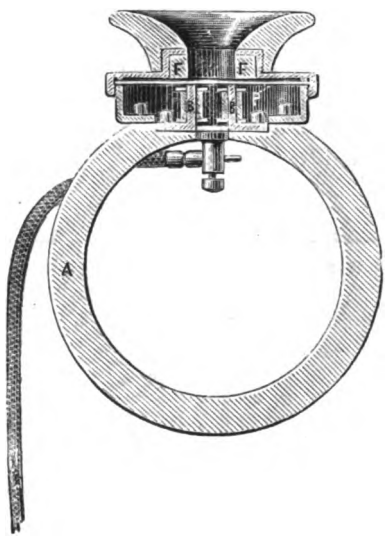


Fig. 5. — Coupe longitudinale récepteur de Ader.

reils méritent aussi nos remerciements et nos éloges. Sans vouloir diminuer en rien le mérite des nombreuses merveilles que renferme le Palais de l'Industrie, on peut affirmer que les auditions téléphoniques constituent la plus grande attraction auprès du public et qu'elles suffiraient seules à assurer le succès de l'Exposition, si jamais il avait pu être mis un seul instant en doute.

E. Hospitalier.

Digitized by Google

CORRESPONDANCE ANGLAISE

—

Londres, 24 septembre 1881.

La pile Faure et les lumières Maxim et Swan. — M. T. W. Keates, le chimiste-conseil du Metropolitan Board of Works, a récemment fait, dans le magasin où les accumulateurs Faure de la Compagnie *Force et Lumière* sont exhibés, près et en face de Charing Cross Station, des expériences photométriques sur la puissance lumineuse des foyers incandescents Maxim et Swan alimentés par des accumulateurs Faure.

M. Keates s'est servi, pour ces expériences, du même photomètre qui lui avait servi en avril 1879, pour ses essais photométriques sur la bougie Jablochkoff employée à l'éclairage des quais de la Tamise.

Il a obtenu les chiffres suivants, qu'il a bien voulu nous communiquer :

NOMBRE D'ÉLÉMENTS FAURE.	INTENSITÉ OBTENUES EN CANDLES.		OBSERVATION.
	MAXIM.	SWAN.	
30	16	22,4	Les lampes se sont rompues dans l'espace d'environ une minute : Maxim avec 50 éléments, Swan avec 45.
33	45,3	65,6	
40	101	141	
45	229	204	
50	333	»	

*La lumière Swan à bord de l'*Inflexible. — Nous avons rendu compte, dans le numéro 6 de cette revue, des essais d'éclairage électrique faits en décembre 1880 avec le système Brush et en mai 1881 avec le système Swan à bord de l'*Inflexible*, à Portsmouth.

Ce navire est terminé et doit partir en croisière vers le milieu du mois prochain. Il sera, préalablement, officiellement inspecté par les lords de l'Amirauté, cette inspection devant avoir lieu le 28 courant. Dans une inspection préalable que viennent d'en faire le contrôleur de la marine et l'inspecteur des arsenaux, l'installation des lampes Swan a été examinée en opération et les résultats obtenus ont, paraît-il, été trouvés tellement satisfaisants qu'il a été décidé d'augmenter cette installation d'éclairage dans la proportion de 50 pour 100.

Digitized by Google

Un essai des foyers Brush installés dans la chambre des machines et dans la citadelle a aussi eu lieu.

Le système Swan est installé ou en cours d'installation à bord d'un nombre important de navires de commerce et de passagers.

J.-A. Berly.

LE MOTEUR ÉLECTRIQUE

DE M. W. W. GRISCOM

Lorsqu'il s'agit de transformer une grande quantité d'énergie électrique en travail mécanique, les meilleurs moteurs sont, sans contredit, les machines dynamo-électriques à courants continus. Elles conviennent aussi très bien pour des puissances moyennes variant entre un cheval et quinze kilogrammètres. C'est dans cet esprit que M. Gramme a construit spécialement des petits moteurs que nous aurons l'occasion de décrire prochainement.

Pour de très petites forces, ne dépassant pas quatre ou cinq kilogrammètres, un facteur nouveau intervient, et c'est la question économie et facilité de construction qui prend la plus grande importance. C'est pour satisfaire à cette condition que tous les petits moteurs actuels, — et l'Exposition en renferme un grand nombre, — sont fondés sur le principe de la bobine de Siemens qui remonte à l'année 1854 et avait servi jusqu'à ces dernières années comme armature des générateurs électriques Siemens, Wilde et Ladd.

Le principe de la reversibilité une fois établi, il était tout simple de transformer le générateur en moteur.

Les moteurs électriques à armature de Siemens sont magnéto ou dynamo-électriques.

L'Exposition ne renferme qu'un type magnéto de ce genre, c'est le moteur bien connu de M. Marcel Deprez. Dans ce moteur, la bobine est placée longitudinalement entre les branches d'un aimant, au lieu d'être placée transversalement sur une série d'aimants, comme on l'avait fait jusqu'ici. Ce perfectionnement a permis d'obtenir, à puissance égale, des moteurs plus légers et plus économiques de prix d'achat. Tous les autres moteurs à bobine de Siemens sont dynamo-électriques. L'avantage du dynamo est, ici, de donner plus de puissance sous un plus faible poids et un plus petit volume, à la condition, bien entendu, de dépenser une quantité d'énergie électrique égale dans les deux cas.

MM. Trouvé et Cloris Baudet se sont préoccupés surtout de sup-

Digitized by Google

primer le point mort. Le premier y est parvenu en donnant une légère excentricité aux surfaces extérieures de la bobine en double T, le second en disposant deux bobines calées à angle droit entre les branches prolongées de deux électro-aimants droits à noyaux très allongés en dehors de la bobine.

M. Griscom a eu surtout en vue de créer un moteur léger, compact, robuste et simple pour les applications aux machines à coudre, aux tours, petits ventilateurs, etc.

La figure ci-contre représente le petit moteur de M. Griscom appliqué à une machine à coudre; sa longueur totale ne dépasse pas dix centimètres et son poids 1140 grammes ; malgré ces petites dimensions, il peut produire, avec une source électrique appropriée, de trois à quatre kilogrammètres ; sa vitesse atteint alors près de 5000 tours par minute. Il se compose d'une bobine de Siemens tournant entre deux pôles d'un électro-aimant annulaire à points conséquents. La bobine est ainsi entièrement renfermée dans l'inducteur. Nous allons voir tout à l'heure l'effet électrique résultant de cette disposition spéciale. Le courant arrive à la bobine Siemens par des petits galets roulant sur le commutateur. La bobine et l'électro annulaire sont en fonte malléable dont la puissance coercitive est à peu près aussi petite que celle du fer doux, ce qui en rend la fabrication très économique.

Le fonctionnement est des plus simples et identique en principe à celui de tous les moteurs à bobine Siemens. Il se passe cependant dans le moteur de M. Griscom un phénomène spécial qu'on ne retrouve dans aucun autre et dont nous devons dire quelques mots.

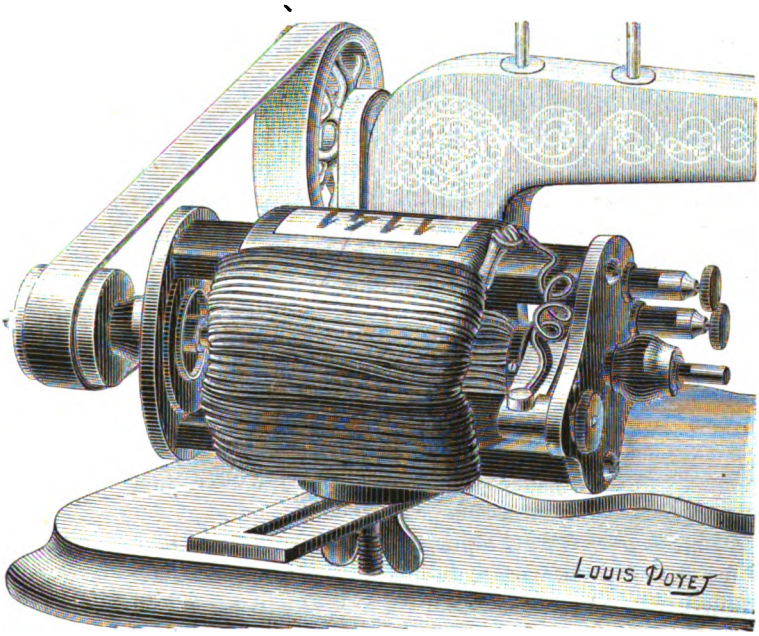
Par suite de la forme annulaire de l'armature fixe, l'armature mobile passe très près des fils qui l'entourent et, comme cette armature mobile est un électro-aimant, elle y développe des courants d'induction. En étudiant de plus près le sens et la nature de ces courants d'induction, on voit qu'ils sont produits, sur chaque moitié, par un pôle *toujours de même nom*, à cause du commutateur passant devant les spires, *toujours dans le même sens*, à cause de la rotation continue de la bobine.

Ces courants sont donc de même sens que ceux qui produisent l'aimentation de l'armature fixe, ils tendent donc à augmenter la puissance de cette armature et l'action d'induction est maximum au moment où l'axe de la bobine fait un angle *droit* avec la ligne qui joint les deux pôles de l'armature fixe. L'intérêt de cette disposition est de réaliser un champ magnétique puissant avec une quantité relativement petite de fil sur l'armature fixe, parce qu'on utilise pour produire les renforcements de ce champ magnétique les intervalles

Digitized by Google

pendant lesquels l'axe de la bobine Siemens est le plus éloigné des pôles qui doivent l'attirer.

M. Griscom met ce fait de renforcement en évidence à l'aide d'un moteur spécial dans lequel le fil roulé sur l'armature fixe est complètement libre à ses extrémités. Le courant de la source électrique ne traverse alors que la bobine. Dans ces conditions, si le circuit de l'armature fixe est ouvert, le moteur marche assez lentement et s'arrête même quelquefois. En fermant le circuit de l'armature fixe sur



lui-même, la vitesse du moteur est grandement accrue, les courants d'induction développés dans le fil qui forme un circuit fermé polarisent alors l'armature fixe d'une façon continue et maintiennent son magnétisme avec les polarités qui conviennent au sens de la rotation.

C'est là un phénomène très intéressant que nous signalons tout particulièrement à l'étude des visiteurs, c'est pour cela que M. Griscom a donné à son appareil le nom de *double induction motor*.

L'appareil est habilement disposé pour s'appliquer sans difficulté à toutes les machines à coudre déjà existantes, un petit support droit ou en équerre et un écrou à oreilles placé à la partie inférieure du moteur suffisent pour l'installer.

La source électrique employée par M. Griscom est une pile de

Digitized by Google

six éléments au bichromate de potasse. On règle l'intensité du courant et par suite la vitesse du moteur en plongeant plus ou moins les éléments dans le liquide à l'aide d'une pédale placée sur le côté de la boîte qui contient les éléments et qui peut même servir de siège ; on évite ainsi les ennuis des piles à treuil et à manivelle. C'est un des rares cas où le régulateur de courant agit sur la *résistance intérieure* de la source électrique.

La quantité de liquide que renferme les éléments est assez grande pour qu'on puisse marcher assez longtemps sans le remplacer. La durée de fonctionnement dépend d'ailleurs du travail qu'on fait accomplir au moteur. D'après M. Griscom, une seule charge de la pile peut suffire pour effectuer de 500 à 1000 mètres de couture, soit en quinze jours, soit en six mois, à intervalles irréguliers.

Le moteur de M. Griscom nous semble surtout intéressant par le phénomène d'induction dont nous venons de parler et aussi par l'ensemble de ses dispositions qui en font un appareil véritablement domestique. E. H.

LA PILE ÉLECTRIQUE

DE M. JOURDAN.

La pile Jourdan réunit, à un degré assez élevé, les qualités d'être simple, peu coûteuse, d'un entretien facile et de donner, avec une énergie suffisante, une grande constance.

Dans les piles à deux liquides, l'hydrogène se recombine au fur et à mesure de sa formation, au lieu de venir se porter sur l'électrode positive : dans la pile Jourdan, cette électrode est poreuse et donne passage à ce gaz à mesure qu'il vient s'y déposer. La pile, dans les usages ordinaires, ne restant pas en circuit fermé d'une manière permanente, les intervalles qui séparent deux émissions l'une de l'autre suffisent à la dépolariser complètement.

Elle se compose simplement d'un vase en plombagine rempli d'eau pure dans laquelle on a fait dissoudre un peu de sel de verre (communément fiel de verre). Une plaque de zinc plonge dans cette dissolution. Une lame de cuivre, fixée à la surface extérieure du vase en plombagine, sert d'électrode positive; quant à l'électrode négative, elle est soudée à la plaque de zinc. Une petite traverse de bois soutient le zinc, mais elle n'est utile que dans le dernier vase; quand plusieurs éléments sont accouplés, le zinc est supporté par la lame elle-même. Le mode d'accouplement est d'ailleurs le même que dans les piles ordinaires.

Digitized by Google

M. Jourdan a reconnu que l'on peut remplacer le sel de verre par du chlorure de sodium (sel de cuisine) qui produit les mêmes effets que le premier sel, ce qui rend facile l'usage de la pile, quel que soit le lieu où l'on se trouve, le sel de cuisine ne faisant jamais défaut.

La composition du liquide excitateur indique suffisamment que cette pile est complètement exempte d'émanations nuisibles.

Pour extraire la pile il suffit de remplacer l'eau qui diminue par l'effet de l'évaporation, chaque fois que cette diminution est assez sensible, sans qu'il soit utile d'ajouter du sel, et, si l'on considère que l'usure du zinc est inappréciable après un an de travail, on reconnaîtra que la dépense d'entretien est à peu près nulle.

Les vases de plombagine sont assez facilement traversés par les sels de la dissolution, mais, comme ces sels sèchent promptement, il n'en résulte aucun inconvénient.

Le nettoyage, qu'il suffit de faire une ou deux fois par an, consiste à laisser tremper les vases de plombagine pendant environ deux heures dans de l'eau acidulée.

La pile peut être rendue portative en fermant la surface libre du liquide, ce qui permet de l'employer comme pile de campagne dans les opérations militaires.

Il résulte de mesures faites à la station centrale de Paris, où dix éléments Jourdan sont depuis plus d'un an intercalés au milieu d'une pile qui dessert des bureaux importants, que la force électromotrice de ces éléments est très sensiblement égale à celle des éléments Callaud. Quant à la résistance, elle s'est un peu accrue depuis le moment où ils ont été mis en service, mais l'augmentation s'est promptement arrêtée : elle ne dépasse pas celle des éléments Daniell ou Callaud, de même dimension.

Des expériences analogues faites en 1880 pendant plus de quatre mois à Marseille, sur la ligne de Marseille à Aix, ont donné des résultats à peu près semblables ; on paraît même avoir trouvé un avantage plus marqué en faveur des éléments Jourdan. *Annales télégraphiques.*

LA LAMPE JASPAR

L'éclairage électrique par les lampes Jaspar constitue sans contredit, avec le système Brush, l'un des plus beaux éclairages du Palais de l'Industrie. Les quatre foyers placés sur de longs mâts qui éclai-

Digitized by Google

rent la section Belge sont du plus joli effet et se détachent comme des étoiles brillantes au milieu des constellations de la grande nef.

Les trois lampes qui éclairent la salle 15 produisent aussi le meilleur effet : la diffusion de la lumière est complète, grâce aux grands réflecteurs et à la couleur claire de la salle, aussi n'y a-t-il aucune ombre portée et, malgré les pertes dues à ces réflexions successives, on peut la considérer comme une des mieux éclairées comme qualité et comme quantité.

Les régulateurs de M. Jaspar sont monophotes, c'est-à-dire qu'il faut une machine par appareil. L'inventeur étudie actuellement un régulateur à division d'une construction analogue pour pouvoir alimenter plusieurs appareils par une seule machine sur un seul circuit. Les lampes qui fonctionnent actuellement au Palais de l'Industrie sont alimentées par des machines Gramme à courants continus. La figure ci-contre représente un de ces régulateurs dont la construction est des plus simples.

L'appareil se compose de deux tiges porte-charbons mobiles A et B. La tige A reliée au pôle positif de la machine est guidée verticalement et est munie à sa partie inférieure d'une partie à laquelle est attachée une corde attachée à la pointe d'une poulie de transmission portant un contre-poids E.

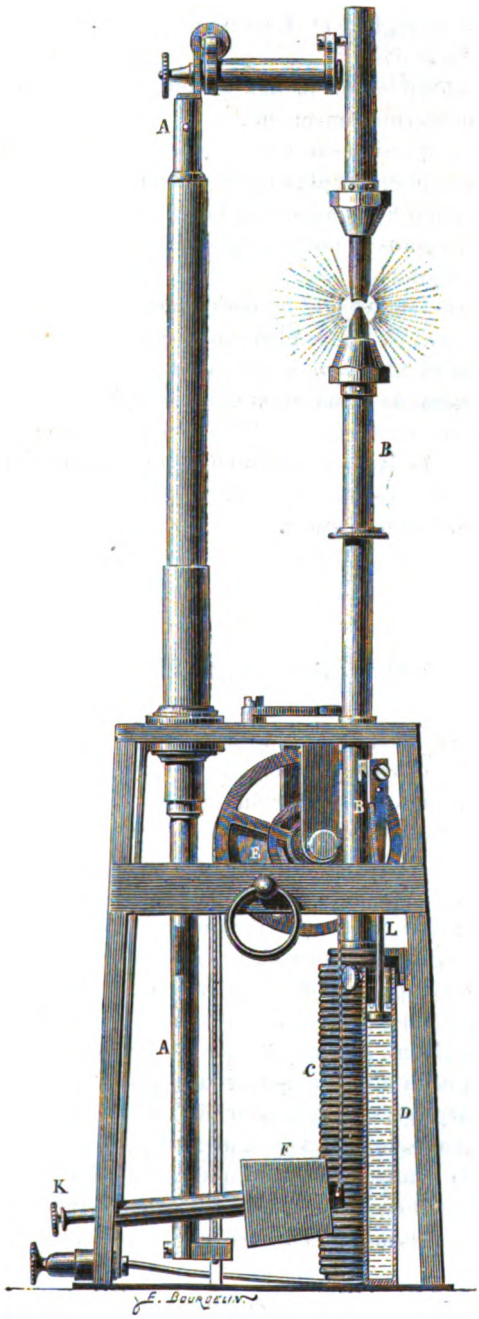
La tige B soutient le charbon négatif, elle est en fer à sa partie inférieure et pénètre dans un solénoïde C. Elle est aussi reliée par une petite corde à une seconde poulie faisant corps avec la première et d'un diamètre moitié moindre, de telle sorte qu'à mesure que la tige A descend, la tige B remonte d'une quantité moitié moindre. A la tige B se trouve relié un piston se mouvant dans un cylindre D rempli de mercure en laissant un petit jeu latéral. Un contre-poids F coulisse sur un levier horizontal qui est attaché à une troisième poulie faisant corps avec les deux premières. On peut éloigner ou rapprocher le contre-poids F à l'aide d'un bouton placé extérieurement..

Au repos, les charbons sont en contact. Au moment où le courant passe, le solénoïde attire le noyau de fer de la tige inférieure et maintient l'écart.

Lorsque l'arc s'allonge, le courant s'affaiblit et les charbons ollicités par le poids de la tige A se rapprochent un peu. Le contre-poids F agit en sens opposé de la tige A puisque, par l'enroulement des cordes, il tend à produire l'écart. Le réglage s'obtient donc aisément par le déplacement du poids F sur la tige, le poids F doit être d'autant plus rapproché du point d'attache de la corde que le régulateur doit fonctionner avec des courants plus intenses.

Le piston plongeant dans le mercure donne une grande douceur

Digitized by Google



Digitized by Google

aux mouvements de réglage et il assure en même temqs un excellent contact à la tige négative.

L'action du solénoïde sur la tige du porte-charbon B n'est pas la même à la fin qu'au commencement.

Cette différence d'action est compensée par le petit contre-poids E qu'on règle en l'approchant plus ou moins du centre. Au commencement, le contre-poids E n'a aucune action ; à la fin, son poids s'ajoute à celui du contre-poids F pour contre-balancer l'action du solénoïde qui est alors plus grande.

Dans une autre disposition, le mécanisme est placé *au-dessus* du point lumineux, au lieu d'être placé au-dessous, mais cela ne change rien au principe et n'apporte à l'appareil que des modifications de détail. Nous venons de montrer la simplicité du régulateur Jaspar, tous ceux qui l'ont vu dans la section Belge reconnaissent son bon fonctionnement et la fixité de la lumière qu'il produit. Nous suivrons avec un réel intérêt les études de M. Jaspar pour transformer son appareil en *régulateur à division*.

COEFFICIENTS ROTATOIRES ÉLECTRIQUES DES MÉTAUX[1]

Le docteur E.-H. Hall, de Baltimore, fait une importante communication sur une découverte qui date de deux ans et qui a été étudiée à l'Université « John Hopkins ». Un courant électrique traverse une mince feuille de métal collée sur une lame de verre : on établit un circuit dérivé comprenant un galvanomètre et qui aboutit en deux points des bords opposés de la feuille métallique qui soient à un même potentiel, ce dont on est averti parce que l'aiguille du galvanomètre reste au zéro. Dans les conditions normales, ces deux points sont sur une même perpendiculaire aux bords de la feuille. Mais si, alors, cette feuille métallique est placée transversalement entre les pôles d'un aimant ou d'un électro-aimant puissant, il se manifeste aussitôt un courant dans la dérivation, ce qui prouve que les lignes équipotentielles se sont déplacées et ont, pour ainsi dire, tourné d'un certain angle. Pour un champ magnétique d'une intensité donnée, cette déviation varie avec la nature du métal employé et M. Hall a pu calculer les rapports de ces rotations pour l'unité de section de chaque substance ; nous donnons ci-dessous les chiffres qu'il a obtenus et auxquels il

[1] Communication faite à l'Association Britannique, Congrès d'York.

Digitized by Google

donne le nom de *coefficients rotatoires* des métaux. D'après ces chiffres, il ne semble pas qu'il soit possible d'établir aucune relation avec les propriétés déjà connues.

COEFFICIENTS ROTATOIRES DES MÉTAUX

Fer	+ 78	Laiton	— 1,3
Cobalt	+ 23	Or	— 6,8
Zinc	+ 15	Argent	— 8,6
Plomb	+ »	Cuivre	— 10
Étain	+ 12	Aluminium	— 50
		Magnésium	— 50
		Nickel	— 120

La différence de signes correspond à un changement dans le sens de l'effet produit.

M. S.-P. Thompson, après avoir eu connaissance des premiers résultats, a cherché à étudier la question. Dans le circuit dérivé, il plaçait un interrupteur à mécanisme d'horlogerie et un téléphone, et il cherchait sur les deux bords de la feuille métallique les points où il fallait faire aboutir les extrémités du circuit dérivé pour que le téléphone restât muet : ces points étaient alors au même potentiel. M. S.-P. Thompson a vérifié d'une manière générale les résultats obtenus par M. Hall, mais il croit que la distribution de lignes équipotentielles dans la feuille métallique traversée par le courant et soumise à l'action d'un champ magnétique, n'est pas aussi simple qu'il résulterait des indications fournies par M. Hall : la chose demande à être étudiée de près.

Le Président, Sir William Thomson, considère cette communication comme la plus importante qui ait été faite à la section ; il va même jusqu'à dire que c'est la plus importante qui ait été faite depuis les travaux de Faraday.

Il est certain que cette action d'un champ magnétique sur le passage d'un courant est capitale : il serait intéressant, au point de vue de la nature de l'électricité et des propriétés de la matière, de savoir s'il y a là action directe du magnétisme sur le courant, ou action du magnétisme sur la distribution, la répartition des molécules matérielles, action qui, changeant la constitution moléculaire, changerait aussi les conditions de propagation du courant. A ce point de vue, la question est neuve et mérite d'être étudiée de près.

Digitized by Google

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS

SÉANCES PLÉNIÈRES

Première séance. — 15 *septembre* 1881.

L'ouverture du Congrès international des Électriciens a été faite le 15 septembre 1881, à trois heures un quart, par M. le Ministre des postes et des télégraphes, M. Cochery.

Après une courte allocution accueillie par des applaudissements unanimes, le Congrès a été déclaré ouvert.

Les vice-présidents français du Congrès sont :

MM. Ferry (Jules), président du conseil des ministres.
Sadi-Carnot, ministre des travaux publics.
J.-B. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences (nommé dans la séance du 21 septembre).

Les vice-présidents étrangers nommés par le Congrès sont :

MM. le professeur Govi (Italie).
le docteur Helmholtz (Allemagne).
Sir William Thomson (Grande-Bretagne).

Le Congrès décide que les savants étrangers au Congrès pourront être admis aux séances plénières et aux séances de section avec voix consultative, avec autorisation du bureau ainsi que les rédacteurs scientifiques de la presse.

Après lecture du projet de programme[1] préparé par la Commission française, le Congrès décide que :

Le Congrès sera divisé en trois sections. Ces sections s'occuperont :

La première, des questions de physique, chimie, physiologie et, en général, de l'électricité au point de vue théorique ;

La deuxième, des questions touchant à la télégraphie et aux chemins de fer ;

La troisième, des autres applications civiles ou militaires de l'électricité.

On fait l'appel nominal pour permettre aux membres du Congrès de désigner les sections dont ils désirent faire partie.

[1] Voir l'*Electricien*, numéro 10, page 401.

Digitized by Google

Pour permettre à tous les membres d'assister aux séances de toutes les sections, le Congrès décide que les réunions auront lieu :

A 9 heures 1/2 du matin pour la 1re section ;

A 2 heures du soir pour la 2e section ;

A 4 heures du soir pour la 3e section.

Les comptes rendus des séances seront de deux sortes :

1° Les procès-verbaux des séances publiés journellement ;

2° Le compte rendu *in extenso* contenant tous les travaux soumis au Congrès.

Après discussion le Congrès fixe son ordre du jour :

Séance plénière, *mardi* à 2 heures.

Ordre du jour : *Unités électriques.*

La séance est levée à 5 heures 10 minutes.

Deuxième séance. — 20 *septembre* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. LE MINISTRE DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

M. le Ministre ouvre la séance à 2 heures 10 minutes et présente au Congrès son collègue, M. le Ministre des affaires étrangères, qui a pris place au bureau.

M. le Ministre fait connaître qu'une dépêche télégraphique vient d'annoncer la mort du Président Garfield. Il pense que, en conséquence du deuil d'une nation amie, l'Assemblée voudra lever immédiatement la séance et la remettre au lendemain 21 septembre 1881, à 2 heures.

L'assemblée accepte unanimement cette proposition, et la séance est levée à 2 heures 15 minutes.

Troisième séance. — 21 *septembre* 1881.

PRÉSIDENCE DE M. LE MINISTRE DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

M. le Président déclare la séance ouverte à 2 heures 5 minutes et annonce que M. J.-B. Dumas a été choisi comme troisième vice-président.

M. Mascart (France) donne lecture des résolutions prises par la Commission des Unités électriques :

1° On adoptera pour les mesures électriques les unités fondamentales : centimètre, gramme-masse, seconde (C. G. S.).

2° Les unités pratiques l'Ohm et le Volt conserveront leurs définitions actuelles : 10^9 pour l'Ohm et 10^8 pour le Volt.

Digitized by Google

3° L'unité de résistance (Ohm) sera représentée par une colonne de mercure d'un millimètre carré de section à la température de zéro C.

4° Une Commission internationale sera chargée de déterminer par de nouvelles expériences, pour la pratique, la longueur de la colonne de mercure d'un millimètre carré de section, à la température de zéro C, qui représentera la valeur de l'Ohm.

5° On appelle *Ampère* le courant produit par un volt dans un ohm;

6° On appelle *Coulomb* la quantité d'électricité définie par la condition qu'un ampère donne un coulomb par seconde;

7° On appelle *Farad* la capacité définie par la condition qu'un coulomb dans un farad donne un volt.

Après des observations de Sir W. Thomson, MM. Helmholtz et Forster, ces propositions mises aux voix sont adoptées à l'unanimité.

M. Mascart donne lecture de la proposition suivante de M. Wiedemann, à laquelle s'est rallié M. Govi et qui a été adoptée par la 1re Section :

« Le Congrès des Électriciens émet le vœu que le Gouvernement français se mette en rapport avec les autres puissances pour nommer un Comité exécutif chargé des recherches nécessaires pour établir des unités. » Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

M. Förster prend la parole au sujet du paragraphe 5, ainsi conçu (projet de programme des séances, 1re partie) : « Ne pourrait-on pas rattacher l'organisation de ce Comité exécutif à celle du Bureau international des poids et mesures? » et présente la proposition suivante :

« Tout en reconnaissant la grande utilité que le Bureau international des poids et mesures pourrait offrir pour les recherches de la Commission internationale des unités électriques et pour la conservation des étalons de mesure, le Congrès croit convenable de laisser à cette dernière Commission, nommée par voie diplomatique, la décision à prendre au sujet du paragraphe 5 de la première partie du programme. »

M. le Président met aux voix cette proposition, qui est adoptée à l'unanimité.

M. Mascart expose ensuite les discussions de la 1re Section sur le magnétisme terrestre.

Les vœux suivants, adoptés par la 1re Section, sont soumis en son nom au vote du Congrès :

« 1° Que des mesures soient prises par les différentes administrations télégraphiques afin d'organiser une étude systématique des courants terrestres, sous le patronage d'un Comité international;

« 2° S'il n'est pas possible d'obtenir à bref délai une pareille organisation générale, il est à désirer qu'au moins des observations soient

Digitized by Google

faites aux jours termes spécifiés par la Commission polaire internationale à l'époque de ses expéditions (les 1er et 15 de chaque mois). »

Ces vœux sont adoptés à l'unanimité.

M. Mascart donne lecture du projet de vœu de M. Rowland, adopté par la 1re Section :

« Qu'une Commission internationale soit chargée de préciser les méthodes d'observation pour l'électricité atmosphérique, afin de généraliser cette étude à la surface du globe. »

Ce projet de vœu, mis aux voix, est adopté à l'unanimité, ainsi que la proposition suivante de M. Warren de la Rue :

« Le Gouvernement français est chargé de provoquer la réunion de la Commission, prévue dans le vœu de M. Rowland. »

M. Mascart donne lecture du projet de vœu suivant, relatif à la question de l'électricité atmosphérique :

« La 1re Section émet le vœu qu'une entente s'établisse entre les divers États en vue de réunir les éléments d'une statistique relative à l'efficacité des paratonnerres des divers systémes en usage. » Ce vœu est adopté à l'unanimité.

Les travaux de la deuxième Section ne sont pas encore assez avancés pour être formulés en séance plénière et leur examen est remis à la séance suivante.

La 3e Section avait formulé des vœux qui sont renvoyés de nouveau à l'étude de la 3e Section par la séance plénière du Congrès.

Un vœu présenté par M. Witmeur, et qui ressemble presque à un axiome, est adopté à l'unanimité. Ce vœu consiste en ce « que le Jury fasse des expériences sur les différents appareils dynamométriques exposés. »

A la majorité des membres présents, le Congrès adopte une demande de transformation de la 2e et de la 3e Section en Congrès ouvert.

La prochaine séance plénière est fixée au samedi 24 septembre et la séance est levée à 5 heures 25 minutes.

SÉANCES DE SECTIONS

Première section.

Première séance, — 16 *septembre* 1881.

La séance est ouverte à 9 heures 25 minutes par M. le Commissaire général qui invite la section à élire le président d'âge pour faire procéder à l'élection du Bureau.

Digitized by Google

M. J.-B. Dumas (France), prend place au bureau; il est ensuite élu président à l'unanimité.

Vice-Présidents : MM. Kirchhoff (Allemagne).
Warren de La Rue (Grande-Bretagne).

Secrétaires : MM. Mascart (France).
Eric Gérard (Belgique).

L'ordre du jour appelle la discussion sur les *Unités électriques*.

Après un échange d'idées générales et une longue discussion sur laquelle nous reviendrons en détail et à laquelle prennent part sir William Thomson, MM. J.-B. Dumas, Wieddemann, Helmholtz, Broch, Eötvös, Marcel Deprez, Gordon, Warren de La Rue, Everett et Mascart, la section nomme une commission de 31 membres chargée d'étudier la question.

La séance est levée à 11 heures 45 minutes.

Deuxième séance. — 17 septembre 1881.

La séance est ouverte à 9 heures 40 minutes.

La discussion est ouverte sur la troisième question du programme : *Questions concernant la physique du globe, le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique.*

A cette question, ainsi que cela est indiqué par plusieurs membres, il convient de joindre l'*étude des courants terrestres*. La question présente un caractère d'urgence, car il serait très intéressant que ces courants fussent étudiés systématiquement afin qu'on puisse comparer les résultats obtenus avec ceux qui seront fournis relativement aux aurores polaires par les expéditions organisées par diverses nations conformément aux indications de la commission polaire internationale. Il n'y a eu à proprement parler, ni communication, ni discussion sur cette question, et, à la fin de la séance, il a été donné satisfaction aux désirs qui avaient été exprimés généralement par l'adoption des vœux suivants :

« La première section émet le vœu : 1° que des mesures soient prises par les différentes administrations télégraphiques afin d'organiser une étude systématique des courants terrestres, sous le patronage d'un comité international; 2° s'il n'est pas possible d'obtenir à bref délai une organisation générale, il est à désirer qu'au moins des observations soient faites aux jours termes (le 1er et le 15 de chaque mois), spécifiés par la commission polaire internationale, à l'époque de ses expéditions. »

Digitized by Google

Pour l'étude du magnétisme terrestre, divers membres MM. Förster, Santas Viegas, Warren de la Rue, indiquent ce qui se fait à Berlin, à Coïmbre et à Kew et insistent sur l'utilité qu'il y aurait à ce que des observations fussent faites suivant des règles uniformes qui seraient adoptées par le Congrès, de même que le Congrès météorologique international de Vienne a adopté pour les observations météorologiques des règles qui sont maintenant suivies partout.

M. Ayrton indique une méthode qu'il croit propre à décider si l'électricité atmosphérique est due à une électrisation du globe ou à une charge électrique de l'atmosphère. Il demande d'autre part, s'il existe une relation entre l'état électrique de l'atmosphère et les courants terrestres.

En réponse à quelques observations de M. Helmholtz, qui ne croit pas à l'efficacité du moyen proposé par M. Ayrton, sir William Thomson dit que, d'après de nombreuses mesures faites par lui, les variations électriques en un même lieu sont extrêmement rapides et que, par exemple, dans l'intervalle de une minute les différences de potentiel observées varient d'une fraction très notable de leur valeur. Si les changements observés en des points éloignés, distants de 20 kilomètres étaient les mêmes, ce qu'il croit peu probable, il en faudrait conclure que la cause de ces variations est lointaine. Il propose enfin pour étudier ces questions de faire des observations en ballon avec un électromètre portatif dont les plateaux seraient reliés à des conducteurs dont les extrémités libres, pendant au-dessous de la nacelle seraient à 10 pieds l'une de l'autre (Des observations de ce genre s'organisent actuellement en Angleterre par les soins de la commission météorologique).

Sir William Thomson ajoute qu'il peut exister une différence de potentiel atteignant 3000 volts entre des couches d'air situées l'une au niveau du sol et l'autre à une hauteur de 100 pieds. Cette valeur suffit pour expliquer qu'il se produise un écoulement électrique par la pointe des feuilles.

M. Mascart signale quelques faits à l'appui des observations de variations rapides de potentiel mais il indique que des mesures faites à 3 kilomètres à des instants déterminés, ont permis de conclure à l'instantanéité des effets observés, des dispositions sont prises pour répéter ces expériences à des distances de 20 kilomètres; M. Adams a observé une semblable simultanéité pour des orages magnétiques signalés en Chine et en Europe.

En réponse à des observations faites par quelques membres, M. Mascart répond que des observations photographiques peuvent donner des résultats satisfaisants et permettent d'obtenir des valeurs moyennes.

Digitized by Google

M. Everett (Irlande) ajoute quelques remarques théoriques qu'il serait difficile de résumer.

La section adopte le vœu suivant proposé par M. Rowland (États-Unis).

« Qu'une commission internationale soit chargée de préciser les moyens d'observation par l'électricité atmosphérique, afin de généraliser cette étude à la surface du globe. »

Deuxième section.

Première séance. — 16 *septembre* 1881.

Le Bureau de la section est composé, à l'ouverture de la séance, ainsi qu'il suit :

Président d'honneur : M. Cochery, Ministre des postes et des télégraphes.

Président : M. Militzer (Autriche).

Vice-Présidents : M. Blavier (France).
M. Elsasser (Allemagne).

Secrétaires : M. Orduña y Muños (Espagne).
M. Timothée Rothen (Suisse).

La discussion est ouverte sur la première question inscrite au programme : *Comparaison de l'emploi des piles et des machines, en télégraphie.*

Les résultats de la discussion n'ont pas été aussi nets qu'on aurait pu le désirer et l'on n'a pas eu tous les renseignements que la réunion d'un congrès international permettait d'espérer. Tandis que certains membres, MM. Baron, du Moncel, insistaient sur la facilité que l'on obtient de l'emploi des piles qui, permettant la subdivision, sont peu coûteuses, 1 fr. par élément et par an et, pour longtemps encore, seront exclusivement employées dans les petits bureaux; d'autres, M. Marcel Deprez, considéraient les machines comme devant fatalement remplacer les piles dans un temps assez court. La difficulté, dans ce cas, consiste dans la nécessité de conserver dans chaque appareil un courant sensiblement constant, à cause du réglage, alors que le courant dans chaque dérivation dépend en réalité du nombre des dérivations qui fonctionnent. La question, bien que difficile à résoudre, présente plusieurs solutions : M. M. Deprez signale celle qu'il a indiquée il y a quelque temps déjà et dont il rappelle le principe.

M. Hughes fait remarquer que, pour certains appareils, les appa-

Digitized by Google

reils imprimeurs par exemple, il ne suffit pas que l'intensité moyenne reste constante, mais il faut que la quantité d'électricité qui passe dans chaque fraction de seconde reste constante : il est à craindre que les machines ne donnent que des courants vibratoires, pour ainsi dire.

Indépendamment de la solution indiquée par M. M. Deprez, il en existe d'autres dont l'une, celle de M. d'Arsonval, sera décrite prochainement ; on pourrait peut-être, d'ailleurs, utiliser les piles secondaires pour régulariser le débit de la machine. En Amérique, on a déjà utilisé des machines avec condensateurs et les résultats ont été satisfaisants.

La section nomme une Commission pour étudier cette question : elle est composée de MM. Baron, Brix, Deprez, Hughes, Mercadier, du Moncel.

La discussion est ouverte sur la deuxième question : *Des meilleures conditions d'établissement des lignes télégraphiques aériennes, souterraines et sous-marines, sous le rapport de la conductibilité et de l'isolement.*

Aucun membre ne demandant à parler sur cette question, la section nomme une Commission chargée de préparer un rapport sur ce sujet : cette Commission pourra se subdiviser en trois sous-commissions qui étudieront chacune une partie distincte. Il a été décidé ultérieurement qu'elle s'occuperait également de l'isolement dans les appareils et traitera les lignes téléphoniques en même temps que les lignes télégraphiques.

Cette Commission, qui a été complétée ultérieurement, se compose définitivement de MM. Banneux, Baron, Bède, Bergon, Boussac, Bright, Elsasser, Graves, Nystrom, Richard, Rothen et Webber.

Deuxième séance. — 17 septembre 1881.

La question à l'ordre du jour est la suivante :

Avantages et inconvénients de l'emploi des relais dans les grandes lignes.

Il n'y a pas eu de discussion à proprement parler : l'avis général est que les relais doivent être employés lorsque l'on ne peut pas faire autrement, mais que, sauf exception, il est préférable de s'en passer. M. Orduña a cherché à poser la question avec précision en demandant si, par exemple, dans une longue ligne fonctionnant en duplex, il était préférable d'employer un relai translateur au milieu de la ligne, ou des condensateurs aux extrémités ; il ne fut pas répondu exacte-

Digitized by Google

ment à cette question. Mais, des indications fournies par les ingénieurs français et étrangers, il résulte qu'une ligne, dans les conditions ordinaires, peut fonctionner, même en duplex, jusqu'à 400, 500 ou 600 kilomètres sans relai, mais que le relai est nécessaire au-delà de cette distance.

Pour de longues lignes, dépassant 5 à 600 kilomètres, l'emploi de relais convenables permet d'obtenir une transmission très régulière et d'atteindre une vitesse de 150 à 200 mots par minute (MM. Graves et Militzer, pour l'Angleterre et l'Autriche).

Les renseignements, intéressants d'ailleurs, qui sont fournis au cours de la discussion ne répondent pas à la question de M. Orduña : celle-ci sera portée ultérieurement devant la section, à la suite de l'ordre du jour.

L'ordre du jour appelle la discussion sur la question suivante :

Dispositions à adopter pour les paratonnerres des lignes télégraphiques. Avantages et inconvénients des fils préservateurs.

Cette question se divise naturellement en deux parties : la première se rapporte aux parafoudres adaptés aux appareils dans les bureaux, la seconde aux paratonnerres placés sur les poteaux télégraphiques. La première partie a seule été traitée dans cette séance.

Les parafoudres actuellement en usage peuvent se diviser d'une manière générale, en deux classes : ceux dans lesquels il existe un intervalle entre des pointes ou des plaques que doit franchir la décharge électrique à forte tension des orages, et ceux dans lesquels il existe un fil fin préservateur que la décharge orageuse amène à l'incandescence ou volatilise.

M. Blavier pense que ces fils préservateurs sont sans grand intérêt et qu'ils peuvent être la cause d'inconvénients réels : il pense qu'on ne les conserve que par excès de précaution et qu'on les supprimerait volontiers partout si le Congrès, avec son autorité, concluait à leur inutilité.

Un des inconvénients du système consiste en ce que le fil préservateur peut avoir été fondu ou volatilisé sans que l'on s'en soit aperçu : il n'y a plus alors aucune sécurité et il serait préférable de n'avoir aucun appareil spécial.

M. Lartigue fait connaître que l'on a adopté, au chemin de fer du Nord, une disposition facile à concevoir qui met la ligne en communication avec la terre par le fait même de la disparition du fil de ligne : il n'y a plus alors d'inconvénient. L'effet est d'ailleurs assez rapide pour que, depuis que l'on a adopté cette disposition, les paratonnerres à pointes qui accompagnent toujours les fils préservateurs ne soient plus détériorés comme ils l'étaient autrefois.

Digitized by Google

MM. du Moncel et Hughes donnent quelques renseignements sur des expériences faites en 1863 et 1866 pour l'étude des conditions à imposer pour ces paratonnerres. Il ne semble d'ailleurs en résulter rien de précis : certains résultats pouvaient être prévus facilement, les autres sont douteux ou paraissent sans intérêt pratique.

Les indications fournies par MM. Banneux (Belgique), Elsasser (Allemagne), Webber (Angleterre) semblent indiquer que les divers systèmes sont bons lorsqu'ils sont bien appliqués et mettent en évidence la nécessité de l'emploi de ces parafoudres dans les bureaux télégraphiques et les stations téléphoniques.

Troisième séance. — 19 septembre 1881.

La séance continue sur la question déjà traitée dans la précédente séance.

M. du Moncel donne quelques explications complémentaires sur les résultats auxquels était arrivée la Commission à laquelle il a fait allusion dans la séance de 18 septembre et donne lecture des conclusions.

M. Blavier fait remarquer qu'il importe de ne pas sortir de la question spéciale qui a été posée à la section : la question des paratonnerres en général est discutée à la première section. Il pense d'ailleurs qu'il n'y a pas à s'occuper de l'influence préservatrice que peuvent exercer les parafoudres, si cette influence existe, et qu'il suffit d'étudier les cas foudroyants.

En Angleterre, d'après M. Preece, aux extrémités des câbles sous-marins, on emploie simultanément un parafoudre à plaques, un parafoudre à pointe et une bobine à fil fin préservateur. Dans les petits bureaux, le fil fin est considéré comme absolument nécessaire.

M. Regnault fait remarquer que l'emploi des bobines à fil fin recouvert de soie présente un avantage sérieux; car il peut arriver que la température du fil s'élève assez pour brûler la soie et assurer alors le contact, alors que l'action calorifique serait insuffisante pour détruire le fil métallique.

La question soumise à la section présente une deuxième partie qui a été étudiée ensuite : c'est celle des paratonnerres placés sur les poteaux supportant les fils télégraphiques. Autrefois, en France, on avait placé de semblables paratonnerres à des distances de 1 kilomètre : on les a jugés inutiles et on les a supprimés.

M. Webber explique le système adopté en Angleterre : un fil fin dépassant de 2 pouces la pièce qui sert de toiture au poteau s'en-

Digitized by Google

roule sur les consoles en bois qui supportent les tiges des insolations à une distance de 3 pouces de celles-ci et, descendant le long du poteau, viennent se terminer en terre à une certaine profondeur par une partie assez longue enroulée. Ces mises en communication avec la terre (*earth wires*), existent de cinq en cinq poteaux et l'expérience a montré qu'elles jouent un rôle effectif. Il est vraisemblable que la nature du sol, qui est généralement humide en Angleterre rend ce système avantageux, alors qu'il pourrait être dangereux si le sol était sec.

Sur les lignes du chemin de fer P.-L.-M. dit M. Jouselin, on a été conduit à mettre des parafoudres (système mixte) aux extrémités des fils qui pénètrent dans les tunnels d'une certaine longueur : on prend le rail comme mise à la terre.

M. Elsasser dit qu'en Allemagne on a adopté la pratique de mettre également des parafoudres aux extrémités des câbles qui pénètrent dans les tunnels ou qui passent sous les fleuves et décrit le paratonnerre à plaques qui est généralement adopté.

Une autre question d'une grande importance pratique est soulevée par M. Lartigue : les fils télégraphiques ou téléphoniques qui passent sur les maisons constituent-ils un danger pour celles-ci en cas d'orage? C'est un point qu'il serait intéressant de résoudre pour pouvoir répondre aux objections ou difficultés qui sont soulevées soit par les propriétaires, soit par les compagnies d'assurance.

Sauf M. Montigny qui signale des cas où, dans une forêt, les fils télégraphiques semblent avoir été la cause de dégâts subis par les arbres, les divers membres qui prennent la parole MM. Bède, Lartigue, Webber, Mlle Gloesener, tendent à penser que ces fils seraient plutôt une cause de préservation, leur opinion est basée sur des faits multiples dont ils citent un certain nombre.

M. Hughes appelle l'attention sur les inconvénients qui peuvent résulter de la rupture de ces fils et signale des accidents qui se sont produits ainsi.

La question est jugée assez importante pour être renvoyée à la discussion en séance plénière, ainsi que celle de savoir si, dans de certaines conditions, l'emploi du bronze phosphoreux ne permettrait pas de parer au dernier inconvénient qui a été indiqué.

(*Nous terminerons les Comptes rendus des séances du Congrès dans notre prochain numéro.*)

Digitized by Google

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 12 septembre 1881.

Sur la radiophonie produite par le noir de fumée.
Note de M. E. Mercadier.

« Non seulement le noir de fumée est jusqu'à présent l'agent *thermophonique* par excellence, mais encore il est susceptible, comme le sélénium, de jouer le rôle de photophone électrique.

« Dans leur Mémoire inséré aux *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1206, MM. G. Bell et Tainter donnent la description d'un photophone à noir de fumée formé par des raies sinueuses sur une lame de verre argentée. Mais sa construction est délicate; il est fragile et, s'il lui arrive un accident, il faut argenter de nouveau la plaque et recommencer le travail de la machine à diviser pour reproduire les sinuosités.

« Il n'en est pas de même des récepteurs à double spirale que j'ai décrits dans les *Comptes rendus*, t. XCII, p. 789.

« Au lieu de sélénier l'une de leurs faces, on peut l'enfumer, soit en l'exposant à la fumée d'une lampe à huile, soit à la fumée provenant de la combustion du camphre, en prenant d'ailleurs les précautions nécessaires pour ne pas carboniser le papier parchemin qui isole l'une de l'autre les spirales métalliques : il suffit pour cela, par exemple, d'enfumer par l'intermédiaire d'une toile métallique.

« Il est à remarquer que, ces récepteurs ayant deux faces, on peut sélénier l'une puis enfumer l'autre, et se servir avec le même courant soit de l'une, soit de l'autre, à volonté.

« Les récepteurs de tous genres dont j'ai déjà parlé, à spirales de cuivre, de laiton, de fer, de platine ainsi enfumés fonctionnent bien : les récepteurs en aluminium qui ne peuvent être séléniés s'enfument au contraire très bien.

« On entend parfaitement avec de pareils récepteurs les sons et les accords produits à travers la roue interruptrice précédemment décrite par les radiations du soleil, de la lumière électrique ou oxhydrique, et même d'un bec de gaz, en prenant les précautions indiquées pour les récepteurs à sélénium, et avec les récepteurs thermophoniques à

Digitized by Google

noir de fumée. Cela était probable, car une portion de l'énergie radiante doit être employée à effectuer le travail quel qu'il soit, qui produit les variations de l'énergie électrique, origine des sons dans le téléphone récepteur.

« On constate d'ailleurs très nettement cette différence dans les essais où l'on cherche à déterminer la nature des radiations agissantes dans la production radiophonique des sons.

« En essayant de faire agir successivement les diverses radiations du spectre de lumière électrique sur un récepteur enfumé, je n'ai pu encore obtenir des résultats assez sensibles pour être indiqués, et je n'ai pu, depuis le mois de juin, où ces expériences ont été exécutées, faire l'essai avec une lumière solaire assez intense. Je ne l'ai fait qu'avec un soleil fort brumeux, qui m'a donné les mêmes résultats négatifs. En comparant, dans la partie rouge ou infra-rouge d'un spectre de lumière électrique, un récepteur à noir de fumée et un tube thermophonique également à noir de fumée, le premier n'a pas produit de sons perceptibles, tandis que le second donnait, comme d'ordinaire, des sons intenses avec le maximum d'effet habituel dans l'infra-rouge.

« Ces essais, concluants quant à l'intensité relative des sons produits, ne le sont pas quant à la nature des radiations agissantes.

« Mais on peut décider la question autrement. Il suffit d'exposer un récepteur enfumé aux radiations d'une plaque de cuivre graduellement échauffée avec un chalumeau oxhydrique, en se plaçant dans l'obscurité. Tant que la plaque chauffée est obscure, on ne perçoit aucun son dans le téléphone interposé dans le circuit électrique du récepteur enfumé; mais, dès que la plaque est portée au rouge sombre, les sons se produisent et augmentent graduellement d'intensité.

« Cette expérience suffit pour montrer que l'origine des sons n'est pas thermique dans le sens que nous adoptons pour ce mot. On a donc là un phénomène *photophonique* ou *actinophonique*. Je n'ai pu, pour ma part, arriver encore à décider nettement avec certitude lequel des deux, mais il me paraît bien probable qu'il y a lieu de ranger les récepteurs enfumés, traversés par un courant électrique parmi les *photophones*.

« Avant d'aller plus loin, j'ai cru devoir, comme je l'avais fait pour le sélénium, étudier l'effet de la température sur les récepteurs enfumés. J'ai opéré, au mois de juin dernier, de la même manière et avec les mêmes précautions que lorsqu'il s'agissait du sélénium.

« J'ai trouvé que, comme pour ce dernier, *la résistance d'un récepteur à noir de fumée diminue quand la température augmente* (*entre*

Digitized by Google

2° *ou* 3° *et* 50°). *Cette variation est représentée sensiblement par une ligne droite. Elle est très petite ; car le coefficient moyen de variation par degré est égal à* 0,00230.

« Ces résultats s'accordent (sauf pour la valeur du coefficient) avec ceux qu'ont trouvés MM. Matthiessen et W. Siemens, en étudiant l'influence de la température sur la conductibilité du charbon de cornue. »

Sur les métaux magnétiques. — Note de M. Gaiffe.

« Dans le but de rechercher les meilleures conditions d'exécution des aimants de cobalt et de nickel, dont j'ai l'honneur de soumettre quelques spécimens à l'Académie, j'ai expérimenté ces métaux sous divers états.

« Les échantillons qui ont servi aux essais ont été obtenus à l'aide des procédés électrochimiques communiqués à l'Académie par M. Adams et par moi, le 17 janvier 1870 et le 13 juillet 1878, en employant des courants d'intensité convenable pour rendre ces métaux très durs.

« Après avoir divisé ces échantillons en barreaux de dimensions à peu près égales, j'ai laissé quelques barreaux de chaque métal à l'état dur; d'autres ont été recuits; d'autres, enfin, ont été recuits et forgés. Tous ont ensuite été aimantés de la même manière et mesurés immédiatement au magnétomètre. Après trente-six et soixante-douze heures de repos, ils ont été mesurés de nouveau.

« Quoique prises très approximativement, ces mesures consignées dans le tableau ci-joint, suffiront cependant, je l'espère, à montrer quelle force coercitive relativement grande ces métaux, surtout le cobalt, peuvent acquérir à l'état de pureté, quand on saura que le fer obtenu par les mêmes moyens, ne donnait, dans les mêmes circonstances, que des déviations inappréciables.

« Comme renseignement complémentaire, j'ajouterai que quelques échantillons de cobalt, qui s'aimantaient faiblement il y a deux ans, lorsque je fis ces expériences, se magnétisent fortement aujourd'hui, sans avoir été recuits et sans avoir rien perdu de leur dureté primitive.

« Il semblerait, *a priori*, que la faible force coercitive de ces métaux, sortant des bains de la galvanoplastie, est due à la présence de l'hydrogène en combinaison avec eux, et qu'aussitôt que ce corps a disparu, soit par l'action de la chaleur, soit par dégagement spontané, le nickel et le cobalt reprennent leur force coercitive réelle. L'hydrogène aurait, dans ce cas, une action analogue à celle des

Digitized by Google

métaux alliés au nickel pour constituer le maillechort: il paralyserait leur pouvoir magnétique.

TABLEAU COMPARATIF DES FORCES COERCITIVES DU NICKEL ET DU COBALT SOUS DIVERS ÉTATS

CONDITIONS DES EXPÉRIENCES	DÉVIATION AU MAGNÉTOMÈTRE. NICKEL.	COBALT.
Immédiatement après l'aimantation :		
Lame non recuite	2°,15'	5°,30'
Lame recuite	5°,20'	11°,00'
Lame recuite et forgée	7°,00'	14°,14'
Trente-six heures après l'aimantation ;		
Lame non recuite	1°,45'	5°,00'
Lame recuite	3°,30'	9°,30'
Lame recuite et forgée	6°,00'	14°,00'
Soixante-douze heures après l'aimantation :		
Lame non recuite	1°,30'	4°,45'
Lame recuite	3°,05'	9°,00'
Lame recuite et forgée	5°,50'	13°,30'
Lame recuite, aimantée et recuite de nouveau	0°,05'	1°,15'
Lame recuite, aimantée et forgée ensuite	0°,25'	6°,00'

SOCIÉTÉ PHYSICO-CHIMIQUE RUSSE [1].

ZUMAKION. — *Sur la conductibilité électrique des gaz.*

L'auteur faisait traverser par la décharge d'un condensateur un tube rempli de gaz et un thermomètre de Riess. Il commençait par noter l'échauffement du thermomètre en fermant le circuit, sans produire d'étincelle à l'aide d'un tube à vide de M. A. Alvergniat, dont une électrode était mobile et touchait l'autre quand on tournait le tube. Cela fait, il répétait l'expérience après avoir introduit un tube de dimensions déterminées, rempli d'air, d'hydrogène ou d'acide carbonique à tension variable. La quantité totale de chaleur produite dans le circuit par une même charge du condensateur est constante; elle se distribue entre les conducteurs métalliques et les gaz proportionnellement à leur résistance. La résistance spécifique de l'acide carbonique est la plus grande, celle de l'air est moindre et celle de l'hydrogène encore moindre. La résistance d'une colonne de gaz est à peu près proportionnelle à la longueur de l'étincelle; elle diminue avec l'échauffement et change peu à peu avec la variation de la pression au voisinage de la pression atmosphérique.

[1] Extraits d'après le *Journal de physique*.

Digitized by Google

ZILOFF. *Sur l'aimantation des liquides.*

L'auteur a trouvé que le coefficient magnétique d'une solution de perchlorure de fer de densité 1,52 commence par croître avec la force magnétisante pour diminuer ensuite. Le maximum de 0,000142 correspond à la force magnétisante de 1,81 (en prenant pour unité la composante horizontale de l'action de la terre). L'appareil employé par l'auteur consistait en deux spirales magnétisantes, longues de $0^m,700$, dont une entourait un tube qu'on pouvait remplir de liquide ou vider. Deux bobines d'induction à fil fin entouraient les deux premières. Un commutateur rotatif interrompait le courant magnétisant plusieurs fois par seconde. A l'aide d'un galvanomètre Thomson, on pouvait s'assurer de la compensation du courant induit dans l'une de ces bobines par le courant induit de l'autre. Cette compensation cessait d'exister quand on remplissait le tube de liquide. La déviation du galvanomètre permettait de calculer le coefficient magnétique du liquide introduit, et celle d'une boussole des tangentes introduite dans le circuit primaire donnait le moyen de déterminer l'intensité de la force magnétisante.

FAITS DIVERS

—

CONFÉRENCES-PROMENADES. — 4e SEMAINE. — Lundi, 19 septembre : *Dr A. D'Arsonval.* L'électro-physiologie. — Mardi, 20 : *M. Frank Géraldy.* Le transport et la distribution de l'énergie électrique. — Jeudi, 22 : *M. Van Rysselberghe.* Les enregistreurs météorologiques. — Vendredi, 23 : *M. D. Napoli.* La lumière électrique.

5e SEMAINE. — Lundi, 26 septembre : *Dr Bondet de Paris.* Applications de l'électricité à la physiologie. — Mercredi, 28 : *M. G. Tissandier.* Applications des moteurs dynamo-électriques à la locomotion terrestre, aquatique et aérienne. — Vendredi, 30 : *M. Cantagrel.* La télégraphie électrique.

—

Les auditions de la Fanfare-Ader (appareil téléphonique reproduisant des fanfares de chasse) auront lieu régulièrement les mardis, jeudis, samedis et dimanches de 8 heures 1/2 à 10 heures 1/2 du soir dans la salle du théâtre à l'Exposition internationale d'Électricité.

Digitized by Google

La Société des ingénieurs-télégraphistes de Londres a tenu deux séances à Paris pendant la durée du Congrès, dont tous les membres ont été gracieusement nommés membres honoraires pour la durée du séjour de la Société à Paris. M. Berger a mis à la disposition des ingénieurs-électriciens de Londres la salle du Congrès pour les séances du soir.

Jeudi, 22 septembre : *M. Mercadier* a fait une conférence sur la radiophonie. samedi 24 ; on a entendu les communications de *MM. Shelford-Bidwell* sur la téléphotographie, de *M. William Siemens* sur les chemins de fer électriques et de *M. Govi* sur la machine Paccinotti. Nous aurons l'occasion de revenir sur ces communications intéressantes.

—

Une nouvelle application du radiophone. — Elle nous a été révélée par M. Mercadier, dans sa conférence du 22 septembre. Tout le monde connaît ces claviers muets portatifs, dit claviers d'étude, que les virtuoses soucieux de conserver leur talent, transportent facilement avec eux, même en voyage.

Le piano muet a cependant un inconvénient : il ne permet pas au musicien d'entendre ses fausses notes. Une combinaison du radiophone et du clavier muet vient combler cette lacune.

On pourra désormais étudier tranquillement à toute heure du jour et de la nuit, en s'entendant soi-même, mais *sans que les voisins entendent!* M. Mercadier estime avec juste raison, que c'est là un bienfait inestimable, un véritable service rendu à l'humanité.

Nous ne saurions contredire une opinion que nous n'aurions osé énoncer nous-même à cette place, mais nous saisissons avec empressement cette occasion de rappeler que Théophile Gautier, — qui devait sans doute avoir entendu jouer beaucoup d'études, — était d'avis que la musique est le plus désagréable de tous les bruits. Nous souhaitons un grand succès au *piano radiophonique.*

—

Exposition d'électricité à Londres. — Tous les exposants du Palais de l'Industrie ont reçu la semaine dernière une circulaire du Directeur du Palais de Cristal de Sydenham à Londres. Le Directeur de ce grand établissement annonce qu'il organise une exposition internationale d'électricité qui aura lieu dans le Palais de Cristal du 1er décembre 1881 au 31 mars 1882. Cette exposition qui n'a aucun caractère officiel pourra être facilement alimentée par ceux des exposants de Paris qui voudront soumettre leurs appareils au grand public anglais. Elle sera en outre augmentée probablement d'un grand nombre d'expositions locales. Les exposants qui voudront, après notre grande exposition de Paris, envoyer leur installation à Londres, n'auront aucun loyer à payer pour l'occupation des emplacements qui leur auront été attribués. La force motrice sera fournie gratuitement à ceux qui en feront la demande, d'après ce qui est annoncé dans la circulaire que nous avons reçue.

—

Digitized by Google

Le problème du transport de la force par l'électricité. — M. Julius Springer, libraire-éditeur à Berlin, propose un prix de 1000 marks, pour le meilleur mémoire sur la question suivante :

Transmission de la force : Étude complète et comparaison critique de la transmission électrique et des transmissions mécaniques les plus usuelles.

Les mémoires peuvent être rédigés en allemand, en français ou en anglais. Ils doivent être adressés, en même temps qu'une enveloppe cachetée donnant le nom de l'auteur, et reproduisant la devise inscrite au titre du mémoire, à M. le président de l'Elektrotechnischer Verein, à Berlin, avant le 1er octobre 1882.

Le jury sera choisi dans le sein de la commission du dit cercle.

Le mémoire couronné deviendra la propriété de M. Julius Springer, qui se réserve le droit de traduction. Les autres travaux présentés pourront être restitués aux concurrents qui les réclameront.

—

Transmission et distribution de la force par l'électricité. — Chaque nouvelle application de la transmission électrique de la force est un petit événement qui a son importance, parcequ'on en est encore aux premiers pas dans une voie nouvelle.

L'installation faite dans le grand magasin de la Belle-Jardinière présente un intérêt particulier parce que la force n'est pas seulement transportée mais distribuée en trois endroits.

Voici comment le problème se présentait :

Il y a dès longtemps dans les caves de l'établissement une puissante machine à vapeur qui sert à divers usages et qui a une force surabondante. On avait d'autre part aux quatrième et cinquième étages, trois ateliers dans lesquels on désirait avoir une force mécanique; l'un d'entre eux est un atelier de machines à coudre, les deux autres contiennent des scies à ruban pour tailler les étoffes.

Pour commander ces trois ateliers on a installé dans chacun d'eux une petite machine de Gramme, du type dit à petite lumière; on les a branchées en dérivation sur un conducteur principal, et on leur a envoyé le courant fourni par une machine du type normal, au moyen d'un conducteur principal sur lequel les trois petits moteurs sont dérivés.

Quand une des machines motrices est arrêtée, elle réagit électriquement sur le reste du système et ralentit le mouvement des deux autres; pour éviter cet inconvénient, on substitue au moyen d'un commutateur à la machine arrêtée un rhéostat de résistance équivalente et on obtient ainsi une complète indépendance des trois ateliers dans lesquels la force est distribuée.

—

Le Jury des récompenses à l'Exposition internationale d'électricité. — Le jury nommé par le Gouvernement a commencé ses travaux le 26 septembre. Sa composition est la suivante : France, 75 membres. — Belgique, 11. — Grande-Bretagne et Irlande, 10. — Allemagne, 10. — États-Unis, 7. — Italie, 10. — Suisse, 5. — Espagne, 3. — Norwège, 3. — Hollande, 3. — Autriche, 1. — Danemark, 1. — Japon, 1.

Digitized by Google

BOITE AUX LETTRES

M. Oliver. Lyon. — Nous ignorons la date exacte de l'invention de M. Samuel. Il nous semble que s'il n'y a pas eu publicité, ou brevet, il sera bien difficile d'établir votre antériorité. Les inventions se succèdent avec une telle rapidité en électricité qu'il est impossible de juger sur autre chose qu'une pièce authentique formant ce qu'on est convenu d'appeler *document certain*. Etes-vous dans ce cas ?

Comte d'E. à Charny. — L'Exposition et le Congrès occupent aujourd'hui une trop grande place pour nous permettre de faire ce que vous demandez. Attendez quelques mois.

R. F. Paris. — La force électro-motrice des piles sèches est la même que celle des piles à liquides du système correspondant, mais leur résistance intérieure est toujours plus grande à dimensions égales.

M. Meinler. Paris. — La théorie électrique des comètes est un sujet sur lequel on peut émettre toutes les opinions sans exprimer la bonne. Nous avouons franchement notre incompétence absolue. Nous évitons avec soin toutes les rêveries métaphysiques.

AVIS AUX ABONNÉS

Nous terminons avec ce numéro le tome Ier de l'*Électricien*. Dans quelques jours nos abonnés recevront, avec la table des matières et le titre, un supplément important relatif à l'histoire et au fonctionnement actuel du *Service des signaux aux Etats-Unis*, rédigé par *M. W.-B. Hazen*, officier en chef des signaux. C'est là un document des plus intéressants dont l'importance n'échappera pas à nos lecteurs.

Les directeurs :
N. DE KABATH — G. MASSON

Le gérant : G. MASSON

3982. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

SUPPLÉMENT DE L'ÉLECTRICIEN
N° 12. — 1er Octobre 1881.

SERVICE DES SIGNAUX

DANS L'ARMÉE DES ÉTATS-UNIS

Le service des signaux de l'armée des États-Unis a été institué et organisé en vue d'établir une correspondance diurne et nocturne constante, en temps de guerre principalement, mais également en temps de paix. Cette correspondance s'effectue au moyen de signaux de divers genres : ceux dont on se sert le plus fréquemment sont les pavillons, les flambeaux ou torches, les héliostats, les télégraphes et les téléphones avec des signes conventionnels ou des chiffres.

Les trains de télégraphes de campagne sont organisés pour l'usage des armées. Ils sont desservis par des soldats instruits à les transporter, à les monter, à les faire fonctionner et à les protéger. Le train porte des lignes télégraphiques légères, qui peuvent être très promptement établies ou développées, à raison de deux ou trois milles à l'heure. Elles peuvent s'étendre aussi loin qu'on le désire et s'enlèvent et s'emballent, pour être transportées ailleurs par le détachement, aussi rapidement qu'elles ont été installées.

Le service des signaux transmet également des rapports relatifs aux tempêtes ou aux changements de temps imminents, qui sont affichés dans les différentes villes et ports des États-Unis. Des cartes indiquant l'état de l'atmosphère sont exposées dans les Bourses, Chambres de commerce et autres lieux publics. Le service publie également des bulletins pour toutes les stations et les adresse sans frais aux principaux journaux.

Il existe aussi des stations de signaux qui sont en communication avec les stations de sauvetage au moyen du télégraphe. Indépendamment des signaux d'alarme et des rapports météorologiques ordinaires, ces stations donnent encore des rapports spéciaux sur la température de l'eau, les tempêtes en mer, les houles, etc.

En cas de sinistres maritimes, elles sont également chargées de sol-

Digitized by Google

liciter, des stations de sauvetage voisines ou du port le plus rapproché, les secours nécessaires pour les navires en détresse.

D'autres stations sont établies sur les principaux fleuves de l'intérieur et sur leurs affluents pour faire connaître l'état de ces cours d'eau, les inondations et tout ce qui concerne la navigation fluviale.

ORGANISATION MILITAIRE.

Un des côtés les plus remarquables du Bureau météorologique, c'est qu'il constitue un *service militaire*. Tout son travail d'observation est fait par des soldats et des officiers de l'armée, et toutes ses publications officielles se préparent avec une vigilance, une régularité et une rapidité que seule la discipline militaire permet d'obtenir. L'expérience a démontré que les relations militaires du service des signaux lui procuraient des avantages considérables, en étendant son réseau de stations sur les parties du pays où la population est largement disséminée, et d'où parviennent beaucoup de renseignements météorologiques les plus indispensables.

Les observateurs du corps de signaux sont non seulement instruits dans l'art et dans la pratique des signaux de campagne, mais ils sont formés à tous les exercices militaires ordinaires, et aux règles et aux habitudes de la discipline : ils constituent une partie de l'armée régulière toujours prête pour le service actif. En temps de paix, ils s'occupent de travaux scientifiques d'une valeur incontestable, et les frais qu'occasionne leur entretien ne représentent pour le pays qu'une faible charge additionnelle, largement compensée par les services qu'ils rendent. L'expérience a démontré que des travaux météorologiques aussi pénibles que ceux auxquels ils se livrent ne pouvaient être obtenus d'aucun corps constitué civilement. Les observateurs du service des signaux devant communiquer plusieurs fois par jour avec le bureau de Washington, chaque rapport régulier sert en réalité de contrôle télégraphique de toutes les stations répandues dans le pays, de l'Atlantique au Pacifique et des Lacs jusqu'au golfe du Mexique, assurant ainsi la promptitude, la vigilance et l'exactitude dans tout le corps de signaux.

Les officiers et soldats de ce corps sont instruits dans les différentes branches du service au fort Myer en Virginie (autrefois fort Whipple) et au bureau central à Washington, D. C. On leur enseigne la télégraphie, l'usage des divers instruments météorologiques, les modes d'observation, ainsi que les devoirs qu'ils ont à remplir dans les stations. Les troupes sont aussi exercées au maniement des armes, à la

Digitized by Google

manœuvre du train télégraphique de campagne, à la construction des lignes télégraphiques permanentes, en un mot, à tout ce qui concerne le service militaire ordinaire.

Pour les observations relatives aux tempêtes et pour les signaux d'alarme, tous les postes communiquent directement avec le bureau de Washington au moyen de circuits télégraphiques mis à la disposition de ce dernier à des heures déterminées de jour et de nuit par les diverses Compagnies de télégraphes.

Chaque station est pourvue des instruments suivants : baromètre, thermomètre, thermomètres maximum et minimum, anémomètre avec système électrique et appareil enregistreur automatique, hygromètre, girouette, pluviomètre. Les stations riveraines des fleuves ou des lacs, ou situées au bord de la mer, ont en outre des thermomètres pour reconnaître la température de l'eau à différentes profondeurs.

Les observations faites au moyen de ces instruments ont lieu cinq fois par jour à des heures fixes ; celles relevées à sept heures du matin et à trois et onze heures du soir, heure de Washington, sont transmises régulièrement en chiffres, par le télégraphe, au bureau central.

Le réseau de stations du service des signaux s'étend maintenant de l'Atlantique au Pacifique, et sur les territoires compris entre le golfe du Mexique (y compris les Indes occidentales) et la frontière canadienne. Il reçoit à titre d'échange du gouvernement Canadien et de ses postes avancés des informations télégraphiques journalières concernant le temps.

Le travail du bureau est, à l'heure actuelle, encore entravé faute d'un nombre suffisant de stations dans l'intérieur et dans le nord-ouest ; mais on espère avant peu remédier à cet inconvénient, attendu qu'une nouvelle ligne télégraphique transcontinentale s'établit de Manitoba à la Colombie anglaise. Il n'est pas rare que les rapports obtenus des 138 postes d'observation se centralisent au bureau de Washington dans l'espace de quarante-cinq minutes. Les stations où des signaux d'avertissement sont déployés sont pourvues de pavillons et d'appareils pour exposer les signaux de jour et de nuit, ainsi que pour communiquer avec les vaisseaux de toute nationalité.

La division météorologique du service des signaux des États-Unis a été créée en 1870 ; elle constituait pour ce service une nouvelle charge. Les progrès de la science moderne, dans ses recherches relatives aux changements de temps, et plus particulièrement aux phénomènes qui accompagnent les tempêtes, avaient, depuis plusieurs années déjà, fortifié la conviction que ces phénomènes ne sont pas purement capricieux, mais qu'ils sont assujettis à certaines lois. C'est donc la pensée de relever des observations météorologiques et de donner avis par le

Digitized by Google

télégraphe et par les signaux, de l'approche et de la violence des tempêtes, qui a dicté la conduite du Congrès tenu le 9 février 1870, lorsqu'il a autorisé le secrétaire du département de la guerre à instituer ce nouveau service. L'organisation d'un bureau météorologique, ayant pour but d'étudier les tempêtes en Amérique et de les annoncer d'avance le long des lacs du nord et de la côte, fut confiée immédiatement, sous les auspices du département de la guerre, à l'officier en chef des signaux de l'armée, M. le brigadier général Albert-J. Meyer; et la division ainsi créée dans son bureau fut désignée sous le nom de *Division des télégrammes et rapports au profit du commerce et de l'agriculture.*

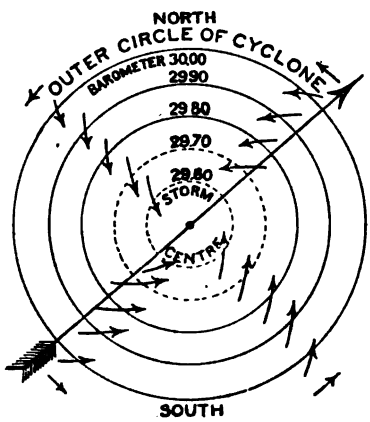
C'était là le premier acte de législation du gouvernement des États Unis inaugurant un service national météorologique. L'étendue géographique particulière du pays, qui embrasse au delà de 56 degrés de longitude et 22 degrés de latitude, offrait des avantages exceptionnels pour l'étude et la prédiction des tempêtes qui le traversent; car l'expérience et l'observation ont démontré que ces tempêtes suivent généralement la marche de l'ouest à l'est et que rarement elles longent les méridiens. Mais la vaste étendue du champ de tempêtes et le fait que la loi qui les gouverne n'était encore que grossièrement esquissée rendaient l'exécution de cette tâche très difficile et ennuyeuse, attendu qu'elle réclamait la plus grande circonspection et les observations les plus minutieuses. Espy, Redfield, Soomis et Ferrel, aux États-Unis, ainsi que plusieurs météorologistes distingués, avaient déjà étudié les lois générales des tempêtes; mais leurs démonstrations sur le vaste champ continental de l'Amérique, ainsi que la découverte de nombreux détails qui empêchaient leur application pratique à la prédiction du temps, réclamaient de plus amples et plus exactes recherches.

Premiers développements. Tout d'abord, le nombre des stations et le territoire sur lequel pouvaient s'étendre les prédictions, était limité; mais les progrès furent rapides et considérables aussitôt que l'on se fut bien pénétré de la pensée qu'à toute heure du jour ou de la nuit le bureau central pouvait réclamer et obtenir presque instantanément, de toutes les stations du pays, des rapports simultanés, rendant compte d'observations relevées au même instant, et faisant connaître l'état précis de l'atmosphère dans toute l'étendue du champ de recherches. Cette certitude, en donnant une sécurité profonde dans les procédés scientifiques employés et la confiance que les résultats étaient établis sur les bases solides de la nature, donnèrent à ce service une impulsion énergique. La méthode des rapports simultanés était, on le sentait, le moyen le plus sûr d'arriver au but que l'on voulait

Digitized by Google

atteindre. En peu de temps des stations nouvelles furent établies dans les États-Unis, ce qui élevait leur nombre à 66 en tout.

La comparaison des prévisions météorologiques relevées trois fois par jour, avec les conditions de l'atmosphère pendant la période du 1er novembre 1871 au 1er octobre 1872, permit de constater une exactitude approximative de 76,8 pour 100 ; et pendant l'année expirant le 30 juin 1872, 354 signaux d'avertissement furent donnés avec une exactitude estimée à 70 pour 100. Ces résultats donnaient des lois des tempêtes et des mouvements des cyclones la démonstration la plus complète qui eût jamais été obtenue dans aucun pays.



Mouvements horizontaux de l'air autour du centre du cyclone dans l'hémisphère nord.

La grande flèche indique la direction de la tempête; les petites flèches montrent la marche des vents dont la vitesse augmente à mesure qu'ils approchent du centre.

Par acte du Congrès, approuvé le 10 juin 1873, le service des signaux fut chargé d'établir autant de stations, de signaux et de rapports qu'il le jugerait nécessaire, afin d'étendre ses recherches dans l'intérêt de l'agriculture. Les Sociétés d'agriculture du pays participèrent sérieusement au nouveau développement de ce service : 89 sociétés semblables, 38 chambres de commerce, de nombreuses institutions scientifiques, des collèges et des savants éminents se mirent en communication avec le principal bureau de signaux, dans le but de lui faciliter cette branche de son travail. Les sociétés scientifiques du pays et de l'étranger montrèrent bientôt l'intérêt le plus vif pour les travaux du bureau et exprimèrent l'approbation la plus complète pour les résultats obtenus. Bientôt de nombreuses observations marines lui furent adressées régulièrement de stations étrangères, ainsi que

Digitized by Google

le général Meyer en avait autrefois exprimé le désir, dans le but d'étudier l'atmosphère aussi bien sur mer que sur terre.

En 1873, les travaux prirent, grâce aux encouragements du monde entier, un développement plus rapide encore que l'année précédente. En mars, le troisième Congrès autorisa l'établissement de postes de signaux dans les phares et dans les stations de sauvetage situées sur les lacs et les côtes, et décida que ces postes seraient reliés avec des lignes télégraphiques placées sous la direction de l'officier en chef des signaux de l'armée ou du secrétaire du département de la guerre et de celui des finances.

Au commencement de cette même année, le bureau entreprit en outre la publication régulière d'une revue météorologique mensuelle, donnant le résumé de ses travaux et les résultats de ses recherches, en les accompagnant de cartes météorologiques mises à la portée de tous.

La bibliothèque du bureau des signaux s'éleva bientôt à environ 2500 volumes traitant des devoirs scientifiques spéciaux qui lui sont imposés. Les essais d'instruments météorologiques construits précédemment lui permirent de perfectionner et de simplifier considérablement ses appareils. L'approximation d'exactitude de ses prédictions pour l'année expirant le 30 juin 1873, fut, pour chaque division géographique, comme suit :

Nouvelle-Angleterre	81,50
États du Milieu	81,17
États de l'Atlantique du sud	79,92
Région du Lac Inférieur	78,90
Région du Lac Supérieur	75,25
États orientaux du Golfe	77,16
États occidentaux du Golfe	74,40
Nord-ouest	74,00

Ce fut en septembre de cette même année également que, sur la proposition de l'officier en chef des signaux, au Congrès international des météorologistes réuni à Vienne, fut inauguré le système des observations météorologiques simultanées dans le monde entier, système, qui, depuis lors, a pris un développement si considérable. Ainsi, dans son rapport pour 1873, l'officier en chef des signaux fut à même d'affirmer, en parlant des observations internationales simultanées, que leur utilité n'était déjà plus à démontrer et que tout tendait à leur développement dans le pays comme à l'étranger. Ce service n'était plus à l'état de simple expérience : il était devenu un succès assuré.

Le 2 février 1874, sur la demande de M. le professeur Joseph Henry, secrétaire de l'institution de Smithson, tout le corps d'observateurs

Digitized by Google

météorologiques de cette institution disséminé dans toutes les parties des États-Unis, vint s'adjoindre à l'armée régulière des observateurs militaires du service des signaux. Le corps de volontaires civils continue aujourd'hui encore à contribuer, par ses travaux scientifiques, aux recherches du service des signaux dans le domaine de la météorologie et de la climatologie du continent.

Le nombre des observateurs volontaires qui coopèrent ainsi avec le général Meyer, augmenté de ceux qui se sont associés à ses travaux depuis 1874, s'élève aujourd'hui à 334.

Depuis le 19 juin 1874, il a été décidé que les rapports des chirurgiens des postes militaires, actuellement au nombre de 83 seraient adressés par le chirurgien général de l'armée des États-Unis à l'officier en chef des signaux. Plusieurs d'entre eux déjà ont acquis beaucoup d'habileté et d'expérience dans l'usage des instruments d'observation et dans l'art de relever les phénomènes physiques, de sorte que leurs rapports mensuels, à eux seuls, constituent un riche dépôt de documents concernant la climatologie américaine. Ce corps volontaire s'augmente constamment, grâce aux invitations que le service adresse aux personnes compétentes et spécialement à celles qui habitent près de la frontière ou dans des contrées où la population est largement disséminée.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES SIMULTANÉES

En organisant ce service, le premier problème à résoudre consistait à créer un système d'observation qui, relevé sur une carte, pût représenter exactement les phénomènes atmosphériques qui se produisaient au même instant, avec leurs relations respectives immédiates, et permettre ainsi à l'observateur de découvrir les lois des tempêtes et l'ordre de leur marche sur la surface de la terre. « L'histoire de la science, dit un de ses représentants les plus éminents, démontre que des observations, qui n'ont pas de lien entre elles, ni système, ni exactitude, ne valent absolument rien. »

Il est évident que, dans le domaine de la météorologie, il eût été impossible, en 1878, de fournir une base solide à la science du temps avec les systèmes d'observation qui existaient alors. Les stations météorologiques européennes, à cette époque et longtemps après encore, se croyaient intéressées à faire des rapports non simultanés; il n'y en avait pas deux, à moins qu'il ne leur arrivât fortuitement de se trouver sur le même méridien, qui fissent usage de leurs instruments au même moment.

Digitized by Google

L'idée si simple des observations simultanées devait tirer la recherche du temps du chaos dans lequel elle avait langui pendant des siècles. Le principe essentiel de l'observation est de relever de fréquentes vues des conditions de l'atmosphère et de ses mouvements à l'instant même où ils se produisent, de façon qu'aussitôt vus ils soient pour ainsi dire photographiés. Il n'y a aucun autre moyen de découvrir la conduite des divers vents de tempête et des phénomènes qui les accompagnent ni de déterminer l'ordre de leurs transitions. C'est pourquoi toutes les prédictions du bureau des signaux, dès son origine et jusqu'à ce jour, ont été basées sur des rapports d'observations relevées simultanément.

Travaux journaliers. — Les opérations de la section météorologique du service des signaux, plus connue sous le nom de *Bureau du temps*, ont été, depuis sa création, augmentées chaque année par le Congrès, jusqu'à devenir très nombreuses et variées. La première, qui mérite une mention toute spéciale, est le travail journalier de prédiction du temps, comprenant également les avis de tempête. Ces prédictions sont fournies, trois fois par jour, par le bureau de l'officier en chef des signaux, sous le titre d'*indications* et de *signaux d'avertissement;* elles sont basées sur trois séries de rapports météorologiques simultanés adressés par le télégraphe à Washington de toutes les parties des États-Unis et du Canada. Si cela est nécessaire, elles sont fournies également à des heures intermédiaires et basées sur des rapports spéciaux. Les observations télégraphiques tri-diurnes sont relevées simultanément dans toutes les stations à sept heures du matin et à trois et onze heures du soir, et confiées aussitôt, toutes à la fois, aux fils télégraphiques. Les stations d'où partent ces rapports télégraphiques sont au nombre de 138. On en reçoit aussi régulièrement d'une station des Indes occidentales en temps ordinaire et de cinq pendant la saison des ouragans. Le nombre total des stations qui adressent journellement des rapports semblables est de 159, mais en comptant ceux adressés par la poste, il est de 196, tandis que les stations d'observation sur le territoire des États-Unis, y compris les stations fluviales spéciales et celles du couchant, étaient, au 30 juin 1879, au nombre de 229.

La ligne verticale des observations s'étend du niveau de la mer au sommet du mont Washington (6286 pieds) et à celui du pic de Pike (14151 pieds).

Les observations comprennent les indications du baromètre et des thermometres; la direction et la vitesse du vent; la quantité de pluie ou de neige tombée depuis le dernier rapport; l'espèce, la quantité et

Digitized by Google

la direction des nuages, les aurores, les brumes, les brouillards, les vapeurs, les gelées, etc.; et à ces données, les stations fluviales ajoutent les indications concernant le sondage des rivières, et les stations voisines de la côte la direction et le caractère des houles. Les températures maxima et minima des vingt-quatre dernières heures figurent également dans ces rapports.

Station du service des signaux au sommet du mont Washington

Après avoir relevé leurs observations instrumentales et autres, à chacune des heures spécifiées, les observateurs préparent leurs rapports en chiffres, ce qui procure une économie de frais et de temps dans la transmission des télégrammes et assure une plus grande exactitude.

Ces télégrammes chiffrés, et réduits à cinq ou dix mots par rapport, sont traduits aussitôt par le bureau de Washington, inscrits sur des bulletins blancs et transcrits à leur place respective sur les cartes météorologiques. Ce travail se fait sous la surveillance de l'employé chargé de la préparation des prédictions du temps et de la publication des avis de tempête.

Digitized by Google

Ce ne fut qu'à partir du 1er novembre 1870 que l'officier en chef des signaux fut à même de publier des bulletins du temps. Ce jour-là, dans vingt-quatre stations des États-Unis, des observations systématiques du temps furent relevées *simultanément*, pour la première fois, par des observateurs du service des signaux, et télégraphiées au bureau central de Washington. Le même jour, les bulletins faits d'après ces rapports étaient préparés et télégraphiés par l'officier en chef des signaux à plus de vingt villes. Le premier avis de tempête fut publié une semaine après, dans les localités voisines des lacs, au grand avantage des intérêts commerciaux et maritimes, si souvent compromis, surtout en automne, par la violence des vents. Ces essais d'introduire le nouveau système de télégraphie pratique du temps furent poursuivis énergiquement et le succès qu'ils obtinrent bientôt fut aussi réjouissant pour le public que pour le bureau lui-même; il était dû, en grande partie, au système d'observation et à la *simultanéité* rigoureuse des rapports.

Cartes du temps. — Pour arriver à un résultat, il était nécessaire de dresser des cartes du temps d'après les rapports reçus par le télégraphe. Celle employée par le service des signaux, et qui sert aux rapports faits trois fois par jour, est une carte des États-Unis sur laquelle figurent toutes les stations à leur place géographique respective; elle porte en regard de chaque station les chiffres exprimant les observations du baromètre et du thermomètre, la vitesse du vent, la quantité de pluie tombée dans les vingt-quatre heures précédentes, etc.; elle porte, en outre, des signes indiquant la direction du vent et la forme et la quantité des nuages au moment donné de l'observation. Les observations prises à chaque station sont toutes portées sur cette carte et les rapports qu'elles ont entre elles sont ainsi rendus sensibles à l'œil de l'officier des signaux par les chiffres et les signes ainsi que par des lignes tracées pour grouper les surfaces géographiques dans lesquelles des conditions analogues se rencontrent. C'est pourquoi la carte du temps est, pour le météorologiste, un moyen indispensable pour obtenir une vue d'ensemble et pour étudier avec soin les phénomènes qu'il cherche à comprendre en se rendant compte de la relation qu'ils ont entre eux.

La carte du temps du département de la guerre, jointe à ce travail, a été préparée par le service des signaux; elle représente le mode graphique de report des observations. Cette carte-spécimen a environ les 3/8 de la dimension de celles qu'emploie le bureau des signaux. Elle représente les conditions atmosphériques telles qu'elles ont été

Digitized by Google

observées simultanément à sept heures du matin, heure de Washington, le 23 juin 1881.

Carte synoptique du temps. — En préparant une carte graphique du temps reproduisant les données télégraphiques fournies à l'officier en chef des signaux de huit en huit heures chaque jour, l'officier chargé de formuler les prédictions de tempête se fait et conserve une idée claire et une image mentale de l'atmosphère. Un grand soldat a dit : « Il n'y a rien d'idéal dans la guerre » ; on peut dire avec autant de vérité qu'il n'y a pas de travail qui réclame, pour son exécution intelligente, une plus grande précision de méthode, des détails plus amples et plus circonstanciés, et une attention plus soutenue à intervalles réguliers, que la prévision du temps sur un continent. La carte du temps met toutes ces minuties en regard et rend le météorologiste maître de l'ensemble des observations, ce que ne pourraient pas faire des heures entières consacrées à l'étude des données numériques. Chaque carte du temps est donc, par elle-même, une généralisation aussi bien qu'un registre des données fournies. Une série de cartes semblables est en quelque sorte une histoire du flux et du reflux, des fluctuations et des ébranlements de l'océan aérien, et des détails plus subtils encore, qui exercent leur influence sur le temps et déterminent le climat du pays.

PRÉPARATION DES TABLEAUX SYNOPTIQUES ET INDICATIONS, ET DES BULLETINS SPÉCIAUX

Celui qui n'est pas initié à la méthode employée pour préparer les *tableaux synoptiques* et *indications* du jour, qu'il lit dans les journaux du matin, ne saurait s'imaginer la quantité de travail que nécessite leur élaboration. L'étude préalable que réclame la rédaction de chacun des rapports publiés trois fois par jour, entraîne le dessin de sept cartes graphiques exposant les données fournies par les rapports simultanés télégraphiés de toutes les stations. Ces cartes sont :

1° Une carte des pressions barométriques, des températures, des vents (direction et vitesse), de l'état du temps, et de l'espèce et de la quantité de pluie ou neige à chaque station. Les *isobarres* (ou lignes reliant des stations dans lesquelles la pression barométrique ramenée au niveau de la mer est la même) sont alors tracées pour chaque 1/10 de pouce, comme le sont aussi les lignes isothermes pour chaque 10 degrés de température, tandis que les directions du vent sont marquées par des flèches et leurs vitesses, pour chaque heure, par des nombres ;

Digitized by Google

2° Une carte des points de rosée pour toutes les stations, dans laquelle figure également, pour chacune, la dépression du point de rosée au-dessous de la température de l'air. Sur cette carte sont tracées des lignes indiquant de 5 en 5 les degrés de dépression égale du point de rosée. Une ligne est tracée en outre pour indiquer le point de rosée de 32 degrés Fahrenheit;

3° Une carte des diverses conditions des nuages dans les États-Unis au moment de l'observation, avec le temps qu'il fait à chaque station désigné par des symboles ou signes; cette carte donne en outre, une fois par jour, les températures *minima* et *maxima*. Les superficies des nuages (chaque forme de nuage étant représentée par un signe différent) sont esquissées d'une manière distincte pour chacune. L'aspect du ciel occidental, à chaque station, tel qu'il est observé au coucher du soleil, figure également sur cette carte, et donne par anticipation, pour les vingt-quatre heures qui suivront, une indication très probable du temps;

4° Une carte des pressions barométriques normales et des variations de celles du moment (corrigées pour les erreurs de température et d'instrument) par opposition aux pressions normales. Les écarts des pressions du moment de celles qui prédominent en général sont relevés et exposés sur cette carte par des lignes appropriées;

5° Une carte des variations de pression du moment, montrant séparément les fluctuations de l'atmosphère pendant les vingt-quatre heures précédentes;

6° Une carte des températures normales et des écarts du moment. Ces écarts opposés à ceux qui prédominent en général, sont représentés également par des lignes appropriées;

7° Une carte des variations de température dans les vingt-quatre heures précédentes.

Toutes ces cartes, qui embrassent chacune toute la superficie du pays, doivent être exécutées et les nombreux détails qu'elles renferment doivent être examinés et analysés minutieusement, préalablement à la préparation de chacun des bulletins publiés trois fois par jour par le bureau central. Elles doivent toutes être dessinées dans l'espace d'une heure ou une heure et demie; mais elles se corrigent mutuellement, chacune d'entre elles servant de contrôle pour les autres.

Armé de ce matériel de cartes, l'officier chargé de préparer les prédictions procède d'abord à la compilation du *tableau synoptique*, à la déduction des *indications* et à la publication des avis de tempête nécessaires. Le tableau synoptique, les indications et les signaux d'avertissement constituent le rapport de la presse qui, lorsqu'il est

Digitized by Google

POURCENTAGE DES VÉRIFICATIONS

POUR CHAQUE MOIS DE L'ANNÉE FINISSANT LE 30 JUIN 1879

RÉGIONS.	1878.						1879.					
	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
Nouvelle-Angleterre	80,6	84,4	83,5	87,6	89,1	88,6	85,5	93,8	89,3	81,8	84,3	84,9
États du Milieu	77,8	87,6	85,9	88,4	90,8	87,0	86,0	94,1	90,5	87,2	85,6	86,0
États de l'Atlantique du Sud	83,5	89,5	89,2	87,3	91,3	85,5	88,6	92,3	91,6	82,0	80,4	79,8
États du Golfe Est	89,8	91,9	83,4	87,2	88,2	90,1	87,0	92,7	90,7	85,5	76,6	80,4
États du Golfe Ouest	887	91,2	89,5	89,1	90,4	88,6	83,5	90,9	87,8	81,9	76,7	81,1
Lacs inférieurs	84,9	86,7	81,9	85,3	91,0	87,1	87,0	94,1	91,2	83,2	84,7	88,6
Lacs supérieurs	83,1	87,6	83,3	87,4	89,7	88,4	88,1	92,5	89,6	81,8	87,1	86,8
Vallées du Tennessee et de l'Ohio	81,6	82,3	85,8	86,8	92,4	85,5	86,3	95,8	89,4	84,4	84,2	84,9
Vallée du Mississipi supérieur	84,3	86,8	84,2	89,4	92,4	85,2	85,6	92,1	88,1	81,5	84,1	83,3
Vallée du Missouri inférieur	82,9	83,2	82,8	86,8	91,5	84,6	84,6	91,4	89,1	80,1	84,0	81,2
MOYENNE POUR 100 DES VÉRIFICATIONS	83,7	87,1	85,0	87,5	90,7	87,1	86,2	93,0	89,7	82,9	82,8	83,7

Digitized by Google

terminé, est télégraphié directement du bureau de l'officier en chef des signaux à toutes les parties du pays. Le temps qui s'écoule entre la lecture simultanée des instruments, dans les diverses stations disséminées sur le territoire des États-Unis et la publication du *tableau synoptique* et des *indications* qui en donnent le résumé, est en moyenne de une heure quarante minutes.

Vérification des prédictions. — Une analyse des prédictions faites pour l'année expirant le 30 juin 1879, et leur comparaison avec les conditions du temps, qui ont été constatées dans les vingt-quatre heures suivantes, a donné les résultats suivants, exprimés en pourcentages de vérification. (Voir le détail mensuel, p. 623.)

Pourcentage de vérification pour l'année (prévisions de pressions barométriques, de températures, de direction du vent et de l'état du temps) : 86,6.

Pourcentage des vérifications pour l'année (prévisions de l'état du temps seulement) : 90,7.

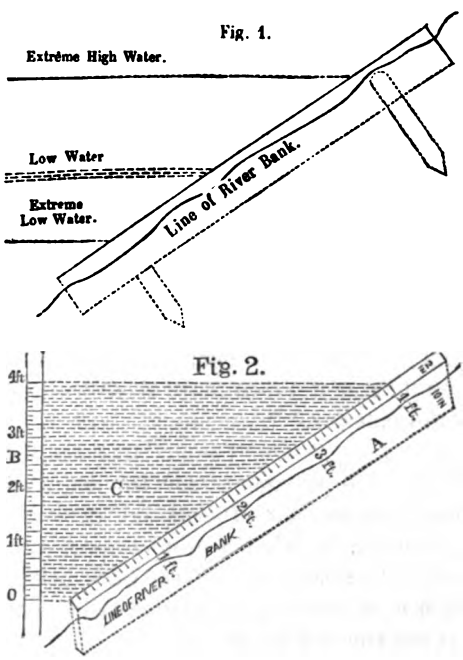
Ces pourcentages d'exactitude se rapportent aux prédictions des changements barométriques, thermométriques, de direction du vent et autres variations générales du temps. Le pourcentage moyen d'exactitude des prévisions du temps seulement (y compris l'état du ciel, clair, calme ou nuageux, avec ou sans pluie) pour tous les différents districts est de 90,7. Le pourcentage, pour la région du littoral du Pacifique est de 89,3. En d'autres termes, sur une centaine de prévisions du seul élément du temps, pour toutes les parties du pays, 90 ont été confirmées par l'événement.

Rapport des fleuves. — Le travail important d'observer et de publier les fluctuations et débordements des grands fleuves occidentaux a été entrepris de bonne heure par le service des signaux. Le commerce du pays dépendant nécessairement beaucoup de l'état des fleuves, des avis opportuns de leur crue et de leur baisse et des rapports journaliers sur la profondeur exacte de l'eau en différents points étaient réclamés avec une grande urgence. Ces observations furent jugées d'une telle importance qu'elles se sont étendues aux fleuves occidentaux, méridionaux et californiens, et que les déductions tirées de ces observations et indiquant des changements imminents se publient journellement dans les rapports du temps de Washington. Toutes les mesures prises à chaque station fluviale sont relevées d'après la *marque du banc* (*Benchmark*) connue des bateliers du voisinage; elles sont télégraphiées journellement au bureau central et à toutes

Digitized by Google

les autres stations intéressées. Connaissant par ces télégrammes la hauteur de la rivière à chaque station aussi bien que la quantité totale de pluie tombée en amont de la vallée du fleuve, ce bureau est à même de calculer et d'annoncer le moment et le degré des changements imminents. C'est ainsi que des préavis opportuns des grandes masses d'eau qui descendent le Mississipi ainsi que les fluctuations de ce fleuve sont publiés par ce bureau.

L'indicateur du niveau employé est très simple ; dans la plupart des cas il consiste en une planche de sapin ou de chêne (A, fig. 2) de 2 pouces d'épaisseur sur 10 de longueur et suffisamment longue pour couvrir, lorsqu'elle est placée obliquement sur la déclivité du banc de la rivière, les marques extrêmes des niveaux inférieur et supérieur.



Extreme High Water. Niveau des hautes eaux. — *Low Water.* Basses eaux. — *Extreme Low Water.* Basses eaux extrêmes.

Lorsqu'elle est solidement fixée dans le sol, la *marque du banc*, qui est généralement le niveau le plus bas connu de l'eau, est prise pour le zéro de l'indicateur, qui est alors gradué avec soin, et dont les degrés correspondent exactement au pied vertical ; les subdivisions de

Digitized by Google

celui-ci sont les indices. Une ligne de danger est tracée sur l'indicateur, montrant le point extrême que l'eau peut atteindre et au delà duquel on serait exposé à une inondation. Les rapports télégraphiés à la presse, montrant de quelle quantité le fleuve s'est rapproché ou a descendu au-dessous de la ligne de danger, permettent au public de prévoir des inondations dangereuses et fournissent aux pilotes des bateaux à vapeur et des navires marchands les informations journalières nécessaires pour diriger avec intelligence les mouvements de leurs bateaux. Pendant la période des crues, les rapports fluviaux télégraphiques sont particulièrement utiles à toute la navigation fluviale et à tous ceux qui sont intéressés aux facilités de voyages et de transports qui en dépendent ; ils rendent également de grands services en annonçant en temps utile les débâcles ou les crues et les baisses subites. Les systèmes du niveau du Mississipi et autres grands fleuves sont ainsi conservés et les immenses intérêts de l'agriculture sauvegardés, attendu que l'avis d'inondation arrive à temps pour avertir l'armée de l'État de fortifier les travaux menacés.

Des bulletins journaliers des rapports de rivières sont affichés régulièrement dans les villes suivantes : Augusta (Ga.), Cairo (Illinois), Chattanooga (Tennessee), Cincinnati (Ohio), Davenport, Dubuque et Keokuk (Jowa), La Crosse (Visconti), Leavenworth (Ks.), Little-Rock (Arkansas), Louisville (Kentucky), Memphis (Tennessee), Morgantown (W. Va.), Nashville (Tennessee), Nouvelle-Orléans (La.), Omaha (Neb.), Pittsburgh (Pa.), Portland (Orégon), Red-Bluff (Calédonie), Shrewport (La.), Saint-Louis (Mo.), Saint-Paul (Minn.), Umatilla (Orégon), Vicksburg (Missouri) et Yankton (D. T). Il y a en outre vingt-neuf stations fluviales qui fournissent des rapports.

Ce service comprend également l'observation des températures de surface et de fond en divers points, sur les fleuves, les lacs et les côtes. Ces renseignements sont adressés aux commissionnaires des pêcheurs des États-Unis, dans le but de déterminer les eaux les plus convenables pour y élever les diverses espèces de poissons qui servent à l'alimentation et de fournir les statistiques nécessaires pour le développement de la pisciculture nationale.

Il importe également de mentionner ici l'attention que prête le bureau aux changements de température qui amènent la fermeture des canaux par suite de leur gelée, ou leur réouverture lors du dégel.

Pendant les mois durant lesquels le marché et le fret sont affectés par la probabilité de fermeture des canaux, et lorsque ces voies de transport sont réclamées par des centaines de barques chargées, les prédictions journalières indiquent les conditions thermométriques probables qui suivront et affecteront leurs lignes de transit. Ces

Digitized by Google

informations protègent le public contre l'imposition de frais de chemins de fer excessifs pour le transport des récoltes jusqu'à la station d'embarquement, spécialement dans les automnes tardifs, et procurent ainsi une grande économie au monde mercantile.

Large diffusion des rapports du temps. — On peut se faire une idée de la distribution des *tableaux synoptiques* et *indications*, dans tout le pays, en lisant les faits officiels suivants :

Toutes ces prévisions (il s'en publie 1095 chaque année) sont télégraphiées au moment de leur production aux principales villes, et sont publiées sous la même forme dans presque tous les journaux du pays. Elles sont également placardées sur beaucoup de places publiques, et exposées à l'inspection populaire; et, pour qu'elles puissent atteindre les populations agricoles, des arrangements ont été pris avec le département des postes, grâce auxquels des bulletins agricoles spéciaux peuvent être distribués de bonne heure, chaque matin, excepté le dimanche, sur les lignes de chemins de fer rayonnant le long des principales villes de l'Union. Ces bulletins agricoles contiennent un choix approprié des matières renfermées dans le rapport de minuit, relevé au bureau de Washington, chaque jour, à une heure du matin; lorsque ce rapport parvient par le télégraphe aux stations éloignées, il est imprimé avant le jour et les exemplaires en sont expédiés à plusieurs milles à la ronde aux maîtres de poste ruraux qui les affichent dans leurs bureaux. Il y a maintenant dix-neuf villes dans lesquelles les observateurs du service des signaux réimpriment les prévisions télégraphiques et les distribuent à 6042 localités parmi les populations agricoles, qui reçoivent ainsi des rapports récents en temps opportun. Chaque maître de poste a reçu l'ordre du maître de poste général de placarder le rapport, aussitôt qu'il le reçoit, dans un cadre destiné à ce but, et de faire connaître par lettre à l'officier en chef des signaux l'heure à laquelle il a été reçu et placardé.

Les informations concernant les changements de temps, ainsi que les prédictions et autres données utiles aux fermiers, tant pour la sécurité de leur récolte que pour d'autres motifs, parviennent aux différentes stations de chemins de fer, hameaux et villages des États-Unis, dans le courant de l'après-midi. Comme ces prédictions embrassent les vingt-quatre heures qui suivent, et souvent se trouvent valables pour deux fois ce laps de temps, elles parviennent par conséquent aux populations rurales douze ou quatorze heures avant l'expiration de la période à laquelle elles s'appliquent, et parfois même un jour et demi avant, ou plus.

Dans le but d'étendre encore l'utilité de ces rapports aux intérêts

Digitized by Google

agricoles, l'officier en chef des signaux, grâce à un arrangement pris avec les différentes lignes de chemins de fer, a établi un service du bulletin du temps pour chemins de fer. Cent onze compagnies de chemins de fer, distribuant journellement 3195 rapports à autant de stations de chemins de fer, coopèrent actuellement à ce travail sans frais pour le gouvernement. Le rapport de minuit est télégraphié à ces compagnies, dont les directeurs sont chargés de veiller à ce que les exemplaires soient imprimés et affichés le long de leurs lignes peu d'heures après leur expédition du bureau de Washington. Par ce moyen, les employés de chemins de fer et les habitants de districts qui, autrement, ne pourraient pas être prévenus en temps utile, jouissent des avantages du service du temps du gouvernement. Ce système de distribution en est encore à ses débuts, mais il est susceptible de recevoir une extension infinie et, par conséquent, de faire participer une grande partie des intérêts agricoles commerciaux et autres aux avantages de la diffusion des données météorologiques nécessaires. La vigilance constante exercée sur ce service, la confiance du public dans ses travaux et la valeur attachée à ses prédictions et signaux, sont suffisamment démontrées par les plaintes qui lui sont adressées lorsque les prévisions ne sont pas pleinement justifiées.

Les signaux d'avis de tempête qui accompagnent les *tableaux synoptiques* et *indications* fournis trois fois par jour à la Presse, constituent une partie très importante des travaux de ce service, et ce fut la possibilité de préparer ces avis de tempête, dans les intérêts de la navigation, qui, dans l'origine, fut l'argument principal pour l'établissement d'un bureau du temps.

Les États-Unis ont une double rangée de côtes de plus de 7000 milles d'étendue, battues par les flots, indépendamment des rives de ses grands lacs qui sont ravagées par des tempêtes terribles; et cette vaste étendue de territoire a besoin d'être environnée de stations d'où l'on puisse relever des observations et adresser, de jour et de nuit, aux navires menacés de tempête, des avis des cyclones et anticyclones qui se préparent. Quand ce service n'aurait pas d'autre mission à remplir, cela seul justifierait amplement tous les frais qu'il entraîne et assurerait son extension. C'est là la partie la plus difficile de la tâche du météorologiste, et qui entraîne le plus de responsabilité, celle qui l'oblige à porter sa science à son plus haut degré de précision, pour déterminer d'avance quels sont les points de la côte que le vent de tempête atteindra d'une manière dangereuse; il n'a souvent, pour cela, que peu de minutes pour se prononcer. Ces avertissements perdent toute valeur pratique s'ils arrivent en temps inopportun, parce que, dans ce cas, ils cessent de servir de guide aux matelots. Ils ne

Digitized by Google

doivent donc pas être déployés trop tard, ni même trop tôt, à moins qu'ils ne puissent concorder avec les mouvements de navires qui pourraient échapper à un dangereux voisinage avant que la tempête ne les atteigne. De la sorte, les questions perplexes qui se présentent à chaque déploiement des signaux, prêtent à cette partie du service un intérêt considérable. Jamais un travail semblable n'avait encore été entrepris dans ce pays lorsque le service des signaux fut organisé, et les signaux de tempêtes maritimes dans d'autres contrées n'avaient encore été récompensés que par des succès très modérés.

En organisant aux États-Unis le service du temps, en 1870, le général Myer entreprit avec la plus grande circonspection de se préparer à cette partie si délicate et si difficile de sa tâche; et ce ne fut que le 24 octobre 1871 que commença le déploiement de signaux sur les côtes et sur les lacs. L'ordre réglant ce déploiement avait pour base de n'adresser l'avis qu'aux stations seules qu'un vent, ayant une vitesse de trente-cinq milles ou plus à l'heure, pourrait atteindre. Comme l'anémomètre de chaque station enregistre la vitesse du vent pour chaque heure, il est aisé de s'assurer si un signal quelconque a été justifié. Chaque déploiement semblable est soigneusement observé par le bureau et le résultat *justifié* ou *non justifié* est enregistré tel qu'il est rapporté par l'observateur élevant les signaux par ordre télégraphique de l'officier en chef.

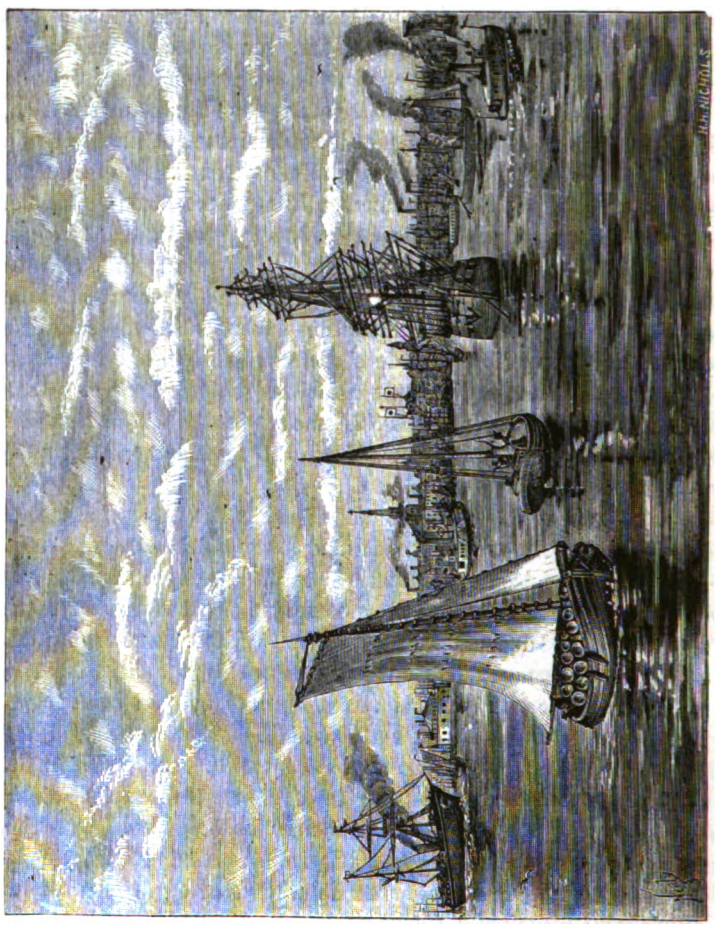
Les signaux d'avertissement sont de deux sortes : 1° ceux annonçant que des vents dangereux vont souffler d'une direction quelconque; 2° ceux annonçant des vents éloignés de la côte susceptibles d'atteindre des vaisseaux en mer. Les deux espèces sont nécessaires aux marins lorsque les centres de tempête s'approchent ou s'éloignent d'une station maritime. Les premiers, connus sous le nom de *signaux d'avertissement*, consistent en un *pavillon rouge* à carré noir au centre, pour le jour, et en une *lumière rouge* pour la nuit. Les seconds, ou *signaux d'avertissement loin de la côte*, consistent en un *pavillon blanc* avec carré noir au centre, au-dessus d'un pavillon rouge avec carré noir au centre pour le jour, ou en une *lumière blanche*, au-dessus d'une lumière rouge pour la nuit. Ces signaux indiquent que, quoique la tempête n'ait pas encore passé la station et que cependant des vents dangereux puissent y être sentis, ils viendront probablement d'une direction septentrionale ou occidentale. Lorsque cette seconde sorte de signaux est déployée dans la région des lacs, indiquant que des vents d'occident seront précédés de vents de l'extrême nord, elle est désignée sous le nom de *signaux d'avertissement nord-ouest*.

Toutefois le déploiement d'un signal, quel qu'il soit, sous-entend

Digitized by Google

toujours un avertissement et réclame de la part des vaisseaux qui sont en vue la plus sérieuse attention.

Le rapport de l'officier en chef des signaux, pour l'année finissant le 30 juin 1879, constate que, dans le courant de cette année, 2573 signaux semblables ont été déployés pour annoncer 96 dangereuses



Le pavillon des signaux d'avertissement du port de New-York.

tempêtes menaçant les lacs et les côtes des États-Unis; sur ce nombre 79,8 pour 100 ont été justifiés par des vents dangereux; tandis que, sur le nombre de signaux d'avertissement loin de la côte, 93,9 pour 100 ont été confirmés par l'événement.

D'après les règles du bureau, un signal est enregistré comme non

Digitized by Google

justifié à moins qu'il ne soit démontré, après son déploiement, que des vents excédant une vitesse enregistrée de 25 milles à l'heure, se produisent à la station de déploiement ou dans un rayon de 100 milles.

Le nombre total des ports de mer et des points des lacs et de la côte où s'élèvent des signaux de tempête est actuellement de 111. Toutefois les points d'où ces signaux sont déployés, ne sont encore que ceux des limites maritimes du champ de recherches.

Usages pratiques des rapports du temps. — Faisant allusion à l'intérêt avec lequel ont été accueillies les prédictions du temps depuis quelques années, un auteur écrivait récemment dans le *Quarterly Review* « que ce service devait certainement avoir des bases d'une valeur réelle aux yeux du public pour justifier une popularité aussi générale ».

Les *indications* tri-diurnes sont destinées à donner avis, en temps opportun, des changements de temps généraux qui pourraient survenir dans les vingt-quatre heures après leur publication. Aussitôt qu'elles sont télégraphiées du bureau de Washington et préparées pour l'usage de la presse journalière, elles sont condensées d'une manière considérable afin de réduire les frais de télégraphie aux proportions restreintes des ressources du service ; cependant elles doivent être suffisamment remplies pour s'étendre à tout le pays. Ces conditions sont des obstacles à leur utilité absolue, et la brièveté des dépêches les expose parfois à être mal interprétées. Mais malgré ces inconvénients, leur application pratique à toutes les classes de l'industrie est grande et s'accroît continuellement.

Lorsque l'établissement de ce bureau météorologique fut proposé pour la première fois, le but le plus élevé qu'espérassent atteindre les plus confiants était de donner avis des *grandes* tempêtes qui tourmentent la côte et les lacs des États-Unis. Ce n'est cependant là qu'une faible partie des intérêts publics qu'il dessert. Le nombre des personnes qui trouvent que les rapports et prévisions du service peuvent être utilisés pour la vie de chaque jour s'accroît constamment. Les observateurs de signaux sont fréquemment sollicités d'apporter les registres du temps dans les cours de justice comme preuve légale des cas sur lesquels leur témoignage peut être invoqué. Les marchands de céréales et de coton attachent une grande valeur aux rapports pour leurs calculs relatifs aux récoltes prochaines. Les émigrants les consultent pour étudier les conditions de climat pour le choix d'une nouvelle patrie. Les médecins, les hygiénistes et les établissements de santé se servent de leurs données pour découvrir les conditions dangereuses de l'atmosphère des villes et pour rechercher l'origine et l'étendue

Digitized by Google

des maladies et des épidémies, ainsi que cela a eu lieu pour les cas récents de fièvre jaune dans le sud. Les marchands de salaisons, le commerce d'importation des fruits, les marchands de poissons et d'huitres consultent également ces rapports pour s'assurer contre les risques d'altération par des températures extrêmes ou autres vicissitudes du temps. Ils sont utiles également aux spécialistes tant pour la fabrication de leurs produits que dans un but d'hygiène, et sont consultés par des milliers de personnes se proposant de voyager pour leur santé ou pour leur plaisir. Les pilotes de fleuves, les fermiers, les planteurs de sucre, les cultivateurs de fruits et les marchands de glace ont également intérêt à les consulter. Les constructeurs jugent d'après les pronostics du bureau du temps s'ils pourront travailler à l'extérieur le lendemain.

Les données météorologiques fournissent aux ingénieurs des renseignements indispensables pour dresser les plans de bâtiments économiques et à l'épreuve des tempêtes. Les employés de chemins de fer, lorsque les voies sont embarrassées par les neiges, sont prévenus par les rapports, de telle sorte qu'ils sont à même de se préparer pour le déblayage des voies, et les employés des trains de marchandises les trouvent très utiles pour faciliter les transports.

Telles sont les applications journalières principales qui peuvent être faites des travaux du service des signaux à l'intérieur aussi bien que dans les établissements maritimes du pays. Dans toutes les branches de l'agriculture et du commerce, les déductions tirées des tableaux synoptiques publiés et des indications du temps ont obtenu un grand succès auprès du public. Dans les opérations militaires de l'ouest, l'avis d'orages imminents est fortement apprécié, en ce qu'il permet d'ordonner les marches de façon à éviter les voies mauvaises et les retards dangereux. « Si nous avions connu il y a vingt-cinq ans, dit un météorologiste anglais, la rigueur du climat de la Crimée, qui aurait osé y envoyer une armée non préparée et l'exposer aux sévérités d'un hiver de la mer Noire? Demandez au médecin à quel prix il estimerait la faculté de pouvoir donner en temps opportun avis d'un refroidissement à ses malades. Demandez aux constructeurs de Londres combien ils ont perdu dans les dix dernières années, par suite de gelées subites ou d'averses inattendues. Enfin, et par-dessus tout, allez trouver le fermier, et demandez-lui combien il serait disposé à payer de plein gré pour connaître à l'époque des semailles le temps qu'il peut sûrement attendre pour la moisson. Le fait est qu'il n'y a pas de profession, ni de métier, ni d'opérations dans la vie animale ou végétale, qui ne subisse l'influence des changements météorologiques. »

Digitized by Google

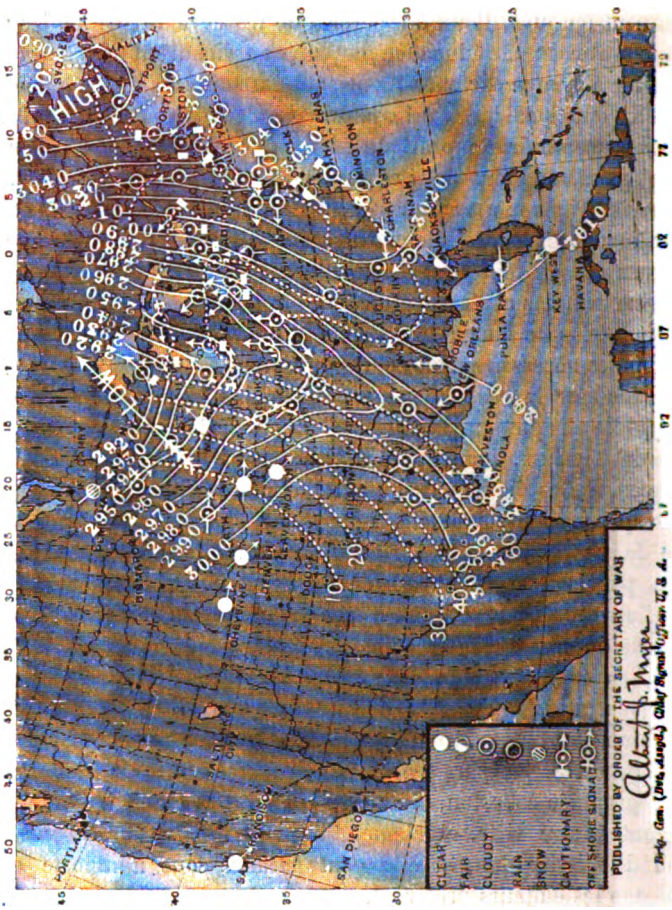
Prévisions privées. — Pour faciliter ces prévisions, le général Myer a fait préparer la *boîte du temps* (*Weather case*) ou indicateur météorologique du fermier. Cet instrument est très simple et lorsqu'il sera absolument éprouvé, il est à espérer que les agriculteurs et les personnes ayant reçu une éducation moyenne parviendront par son moyen à s'assurer d'avance par elles-mêmes du caractère du temps au moyen des indications locales. Dans les endroits isolés où les rapports officiels ne peuvent parvenir, la pratique suivie de ces prévisions donnerait probablement, au bout de peu de temps, d'excellents résultats. Le service des signaux a toujours encouragé les études privées et les applications locales intelligentes de ses rapports, et il compte que les personnes qui en font usage consulteront leur propre baromètre et autres instruments et s'assureront par elles-mêmes des signes locaux du temps, tels que nuages, etc., dans le but d'augmenter l'utilité des télégrammes nécessairement courts du bureau.

Pour faciliter la réalisation de ce plan, le *Daily graphic* de New-York publie chaque jour une reproduction de la carte du temps du service des signaux, donnant les indications barométriques et thermométriques, celles du vent, la quantité de pluie tombée et autres conditions qui prédominent dans le pays au moment de la mise sous presse de ce journal. Ces cartes, d'après un plan imaginé dans ce bureau, parviennent du bureau de Washington par le télégraphe. A l'aide d'un procédé ingénieux, il est devenu facile de transmettre à toute ville où passe le télégraphe et au moyen des instruments télégraphiques ordinaires, les données préparées par l'officier en chef des signaux qui permettent à tous les journaux de reproduire dans leurs colonnes la carte officielle du temps pour la période courante. Ainsi cette carte, qui paraît chaque jour à une heure du matin, peut être télégraphiée à Boston, à Chicago, à Saint-Louis, à Indianopolis, ou à toute autre ville, exactement telle qu'elle a été dressée au bureau de Washington, et elle peut paraître sous n'importe quel format que les éditeurs préfèrent, dans les journaux du matin même. L'adoption de cette méthode de vulgarisation et de dissémination de la connaissance du temps a été accueillie avec la plus grande satisfaction à New-York, et son extension générale à toutes les parties du pays permettra promptement d'y répandre tous les bienfaits de ce service.

Il peut paraître superflu de s'appesantir sur des changements en apparence légers des conditions barométriques et autres, que l'on peut saisir d'un seul coup d'œil sur la carte du temps; mais un instant de réflexion montre l'importance de cette exactitude. Des changements barométriques faibles, mais ordinaires, représentant des forces

Digitized by Google

d'un grand *moment* dans les fonctions de la machine atmosphérique, ne doivent pas être dédaignées dans les déductions de la météorologie



Carte du temps du département de la guerre transmise chaque jour du bureau de Washington par télégraphe.

pratique. Mais sans la carte des observations simultanées, la présence et l'influence de ces changements ne pourrait pas être découverte ni appréciée.

INSTRUMENTS DU SERVICE DES SIGNAUX

La nécessité de l'exactitude des observations pour un système de télégraphie du temps nous amène à parler des instruments employés par le corps du service des signaux. Ceux-ci ont été choisis parmi les

Digitized by Google

meilleurs modèles connus, et soumis à des épreuves expérimentales dans le but de s'assurer de leur perfection. Chaque baromètre, thermomètre ou autre instrument employé dans les stations est soumis à une comparaison minutieuse avec les instruments les plus parfaits avant d'être expédié du bureau de l'officier en chef des signaux, dans lequel un grand appartement, connu sous le nom de chambre des instruments et des modèles, est consacré à ce travail.

Le baromètre est l'instrument le plus indispensable au météorologiste, qui doit pouvoir se reposer sur son exactitude fidèle dans l'enregistrement des changements subtils, quoique momentanés, de la pression atmosphérique. Il mesure cette pression à l'endroit même où elle se montre.

Le baromètre de Fortin, fabriqué par M. James Green, de New-York,

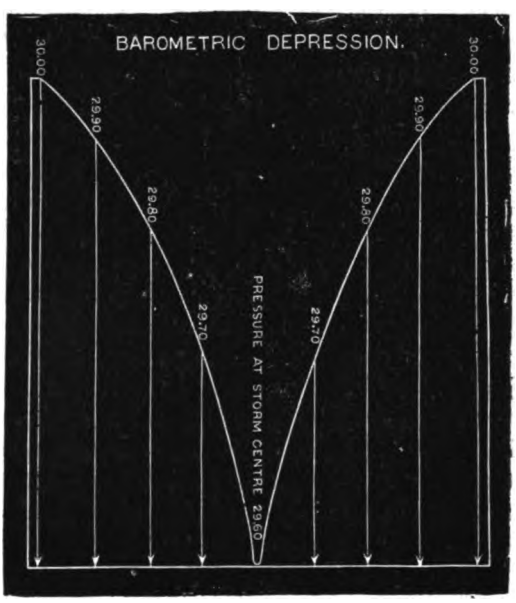


Diagramme des pressions dans la section d'un cyclone.

est celui dont se sert le bureau des signaux dans toutes ses stations. Cet instrument est maintenu dans une chambre ayant une température aussi uniforme que possible ; il est monté dans une boîte en bois, suspendue verticalement, qui peut être fermée lorsque l'observateur ne relève pas d'observations. Dans le but d'établir un contrôle et de découvrir les erreurs possibles, aussi bien que pour avoir un appareil

Digitized by Google

de rechange en cas d'accident, chaque station est pourvue de deux baromètres. Chaque instrument, après être sorti des mains du fabricant, est soumis aux essais du bureau des signaux, et la correction des erreurs instrumentales est déterminée par comparaison avec le baromètre fixe conservé au bureau; alors un certificat de correction est exécuté et attaché à l'instrument. Ces indications peuvent différer dans une limite très légère de celles du baromètre fixe; mais ses déviations étant connues à 1/1000 de pouce près, leur admission est autorisée lors même que l'observateur fait son rapport barométrique. Comme l'élévation du baromètre au-dessus du niveau de la mer est déterminée pour chaque station, la correction qui lui est propre est également appliquée à chaque lecture.

Le plus grand soin est pris pour le placement, la correction et la lecture des thermomètres du service. L'instrument est placé à l'air libre et situé de telle sorte qu'il soit toujours à l'ombre, mais que l'air puisse cependant circuler librement tout autour et que le thermomètre soit à l'abri de l'influence de toute chaleur artificielle. Sa surface est également soigneusement protégée et maintenue à l'abri de la pluie ou de toute espèce d'humidité, et sa boule est placée de telle sorte qu'elle n'ait aucun contact avec l'échelle métallique. Chaque thermomètre expédié à une station de signaux subit une comparaison minutieuse avec le thermomètre fixe conservé dans la chambre des instruments du bureau central; il est également revêtu d'un certificat de correction. Les thermomètres maximum et minimum sont éprouvés d'une manière semblable, et les plus légers écarts qui les distinguent des instruments fixes sont déterminés par une expérience prolongée, jusqu'à satisfaction complète du bureau, avant qu'ils parviennent entre les mains des observateurs. Ces instruments, grâce à une inspection constante et minutieuse faite par les officiers chargés de visiter toutes les stations, et à la surveillance rigoureusement exercée par les observateurs eux-mêmes, sont maintenus au plus haut degré d'exactitude et de précision.

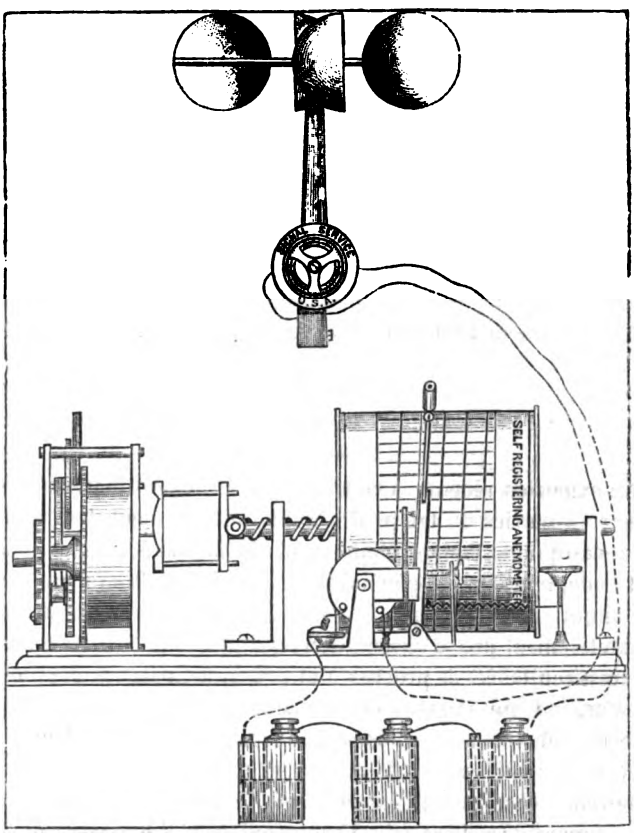
Dans la chambre des instruments du bureau central, 1004 instruments météorologiques ont été comparés avec soin, en 1880, avec les modèles fixes officiels, et de là, expédiés aux stations.

Les pluviomètres employés sont d'un modèle uniforme et ils enregistrent la quantité de pluie tombée en pouces et en centièmes de pouce. Ils sont placés de telle sorte que leurs sommets se trouvent au moins à 12 pouces au-dessus du sol et à des endroits où ils ne puissent être affectés par des obstacles quelconques ou par des conditions locales particulières. Ils sont fixés solidement dans une position verticale et hors de l'atteinte de mains étrangères non autorisées.

Digitized by Google

L'eau de pluie qui s'y rassemble est mesurée à l'aide d'une tige graduée en pouces et en dixièmes de pouce ; la neige est fondue puis mesurée de la même manière.

L'appareil à mesurer la vitesse du vent ou *anémomètre*, et qui jusqu'à présent a été jugé des plus satisfaisants, est celui de Robinson. Il se compose de quatre coupes hémisphériques tournant



Anémomètre du service des signaux avec appareil enregistreur automatique.

dans un plan horizontal et communiquant leur mouvement à un arbre ou axe vertical. Dans quelque direction que souffle le vent, ces coupes se mouvront toujours le côté convexe en avant, l'air agissant avec plus d'effet à l'intérieur des coupes qu'à l'extérieur. L'expérience a démontré que la vitesse des coupes est approximativement le tiers de celle avec laquelle le vent souffle, quel que soit le point d'où il

Digitized by Google

vient ; de plus il a été reconnu que le rapport entre la vitesse des coupes et celle des vents est indépendant de la dimension de l'instrument. Grâce au rapport connu entre la vitesse des coupes et celle du vent, il est facile de calculer la marche de ce dernier.

Dans quelques orages américains on a constaté que le vent pouvait souffler avec la vitesse effrayante de 100 à 138 milles par heure, et il est difficile d'établir un anémomètre qui, tout en étant assez délicat pour enregistrer de légers troubles, soit néanmoins assez puissant pour supporter la violence de pareils ouragans. Mais on espère que les expériences du service des signaux amèneront quelques perfectionnements à cet égard dans les instruments.

Le service des signaux s'est efforcé d'obtenir des baromètres et thermomètres, etc., qui enregistrent automatiquement leurs données et qui donnent, sans aucune manipulation, l'indication graphique exacte et constante des fluctuations de l'atmosphère. De nombreux appareils ingénieux ont été, depuis des années, expérimentés avec le plus grand soin par le bureau, dans le but de rechercher les systèmes qui conviendraient le mieux à l'usage des stations.

SERVICE INTERNATIONAL DU TEMPS

Cette extension récente et considérable de l'œuvre nationale accomplie par le service du temps des États-Unis est peut être le côté le plus remarquable du développement de la météorologie moderne. Avant l'adoption, par le général Myer, en 1870, du système des rapports simultanés du temps, il avait été relevé, dans d'autres pays, comparativement peu d'observations qui pussent être rigoureusement appelées simultanées et propres à la préparation de cartes synoptiques du temps, ou qui pussent être considérées comme pouvant se contrôler mutuellement. Mais, dans chaque pays où se publiaient, sur une grande échelle, des rapports du temps, ces rapports étaient préparés au moyen d'observations journalières faites à des moments plus ou moins rapprochés. Toutefois, l'organisation et l'heureux fonctionnement d'un bureau du temps, établi aux États-Unis sur les bases du système simultané, ouvrit la voie à un service international. C'est pourquoi, lorsque, en septembre 1873, eut lieu à Vienne un congrès météorologique international, composé des chefs les plus autorisés des bureaux météorologiques des différentes puissances, le général Myer, en qualité d'officier en chef des signaux de l'armée des États-Unis, jugea le moment opportun pour proposer un système universel d'observation. La proposition du général Myer exprimait à cet égard

Digitized by Google

« qu'il était désirable, dans l'intérêt des relations internationales, qu'au moins un système d'observation uniforme, propre à la préparation de cartes synoptiques, fût adopté et tenu au courant chaque jour par le plus grand nombre possible de stations, dans le monde entier. »

L'auteur de cette proposition, dans son rapport au Congrès des États-Unis en 1872, avait déjà exprimé le désir de voir se réaliser une œuvre cosmopolite de ce genre « une chaîne immense de rapports internationaux échangés, destinée, lorsqu'on aurait atteint un degré de civilisation plus avancé, à relier ensemble les services de signaux du monde entier. »

La conférence de Vienne répondit avec empressement à cette proposition. L'atmosphère est une *unité*, et pour être comprise elle doit être étudiée comme telle, car, pour nous représenter les forces qui contribuent à faire un seul cyclone, nous devons étendre nos recherches bien au delà de nos propres limites territoriales.

L'adoption par le Congrès de Vienne de la proposition du général Myer, et la coopération courtoise qu'il obtint de toutes les principales puissances de l'Europe, lui permirent bientôt de réunir les matériaux nécessaires pour poser les bases de la recherche internationale.

L'extension rapide que prit en 1874, l'échange des rapports simultanés, devint bientôt assez considérable pour nécessiter la publication quotidienne d'un bulletin et d'une carte du temps, et, le 1er juillet 1875, le bureau des signaux de Washington entreprit la publication journalière du *Bulletin de l'hémisphère nord des observations météorologiques internationales simultanées* présentant le tableau des résultats des rapports simultanés du temps de tous les observateurs participants. Ces rapports comprenaient les territoires suivants : Alger, l'Asie australe, l'Autriche, la Belgique, l'Amérique centrale, la Chine, le Danemark, la France, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, la Grèce, le Groënland, les Indes, l'Irlande, l'Italie, le Japon, le Mexique, le Maroc, les Pays-Bas, la Norvège, le Portugal, la Russie, l'Espagne, la Suède, la Suisse, Tunis, la Turquie, l'Amérique du Nord anglaise, les États-Unis, les Açores, Malte, l'île Maurice, les îles Sandwich, l'Afrique méridionale, l'Amérique du Sud et les Indes occidentales, en tant qu'ils avaient été placés sous la surveillance météorologique, ainsi que les grandes voies maritimes du Grand Océan, sur lesquelles des navires de toute nationalité relèvent des observations pendant la traversée.

Le 1er juillet 1878, le général Myer entreprit, conjointement avec le bulletin international quotidien, la publication journalière d'une carte synoptique, graphique, internationale du temps. Cette carte couvre le réseau entier d'observations internationales, et elle sert de

Digitized by Google

supplément et de clef au bulletin quotidien, tous deux étant établis à la même date et d'après les mêmes données. La carte internationale des observations simultanées du temps, dont nous donnons ci-joint un spécimen, représente les phénomènes atmosphériques tels qu'ils existaient à un moment donné autour du globe. Pour mener à bonne fin cette entreprise internationale, le bureau des signaux a obtenu la coopération des marines anglaise, portugaise, suédoise et américaine. Il a obtenu également le concours de la Compagnie des bateaux à vapeur du Pacifique, de la *White Star line*, de la Compagnie occidentale et orientale des bateaux à vapeur, du Lloyd de l'Allemagne du nord, de la Compagnie américaine des bateaux à vapeur, de la *Red Star line*, de l'*Allan line*, etc., etc.

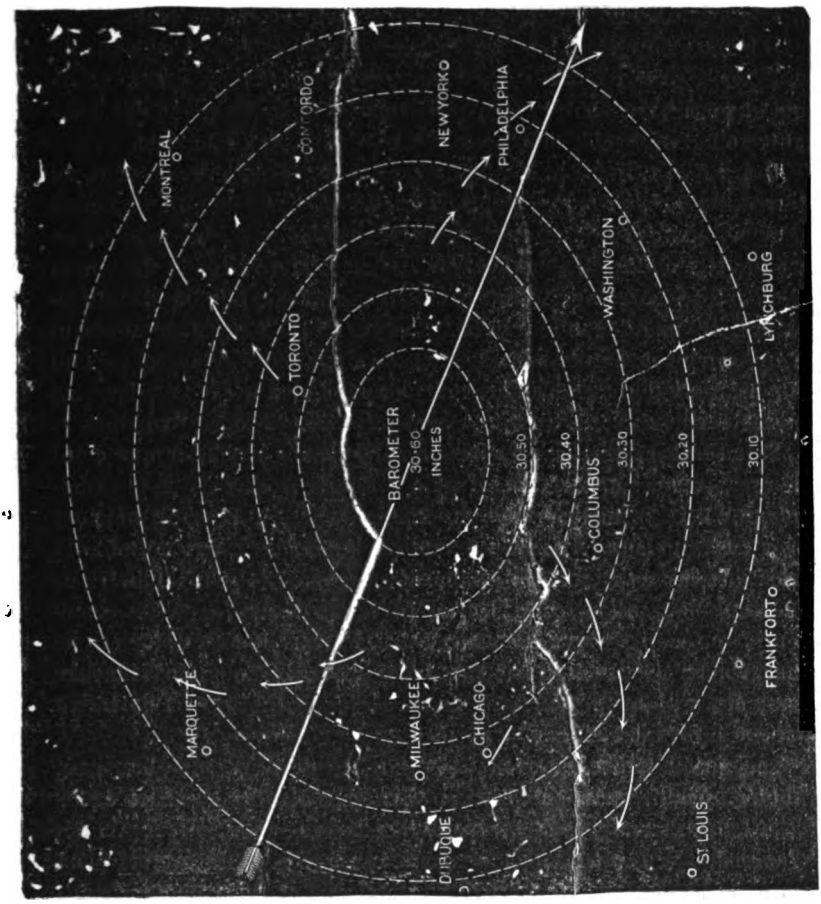
Les bulletins quotidiens et cartes préparés d'après les données collectives, sont expédiés sans frais à chaque observateur participant à titre de reconnaissance pour les services qu'il rend à la science, et ils représentent, par eux-mêmes, une bibliothèque météorologique d'une valeur incalculable. Pour ce qui concerne les observateurs maritimes, le bureau des signaux supporte tous les frais de formalités, de port et autres, et, en cas de nécessité, il fournit au capitaine du navire les instruments nécessaires. Le nombre des observateurs maritimes est de 239 et tous les navigateurs sont appelés à contribuer à ce système de rapports. Comme exemple frappant des occasions qu'un navire en mer peut avoir de concourir à ce travail météorologique, nous citerons le fait du navire à vapeur *Faraday* qui, lorsqu'il posait le dernier câble transatlantique, fut atteint au milieu de l'Océan par un cyclone terrible, et envoya, par son propre fil télégraphique, la nouvelle en Europe, en notant les changements successifs du vent au fur et à mesure des différentes périodes de la tempête. Ses correspondants à terre purent ainsi connaître la direction et la vitesse progressive du vent et calculer le moment et les points où il atteindrait les côtes européennes. Si, comme le pense le général Myer, il est possible d'établir des stations flottantes au milieu de l'Atlantique, reliées avec le continent par des câbles télégraphiques, les rapports de ces stations seraient, pour les météorologistes anglais comme pour ceux du continent, d'une valeur incalculable pour l'établissement de leurs prévisions quotidiennes du temps et des avis de tempêtes adressés à leurs ports de mer.

La proposition du général Myer, à Vienne, en 1873, était que des observations fussent relevées journellement et simultanément dans un aussi grand nombre que possible de stations, *dans le monde entier*. Une conférence météorologique récente, à Hambourg, sollicitait une entente entre toutes les nations pour l'établissement d'un cordon

Digitized by Google

d'observatoires, dans les hautes latitudes septentrionales et méridionales autour des pôles.

Il est évident qu'il n'y a pour ainsi dire pas de problème relatif à la géographie et à la météorologie physiques de notre pays qui puisse être pleinement résolu sans avoir recours à des investigations plus



Anticyclone ou vague de pression barométrique élevée du nord-ouest.
La grande flèche montre la direction de l'anticyclone les petites représentant celle des vents.

étendues en dehors des États-Unis. Le service international du temps est le grand espoir de la météorologie de l'avenir.

Conjointement avec les cartes internationales quotidiennes, l'officier en chef des signaux a entrepris la publication de *cartes mensuelles internationales* de l'hémisphère nord, faisant connaître les coups mensuels de tempête, les isobares, les isothermes, et les vents prédomi-

Digitized by Google

nants. Ces cartes sont publiées dans la *Revue mensuelle du temps* qui s'envoie à tous les observateurs de terre et de mer qui collaborent aux recherches internationales du bureau des signaux. Pour permettre aux capitaines de navires de toute nationalité de conserver l'exactitude de leurs instruments, l'officier en chef des signaux a fait établir des baromètres fixes dans les ports de New-York, de San-Francisco et d'autres localités, d'après lesquels ils peuvent régler les leurs.

Il suffit d'une simple demande adressée aux officiers de signaux de ces ports, par les navires étrangers ou américains, pour qu'ils obtiennent, sans aucuns frais, que leurs instruments soient éprouvés avec soin, réglés et corrigés pour leur emploi effectif en mer.

Grâce à l'extension et à la collation des rapports internationaux du temps, nous pouvons espérer, avec le général Myer, que « l'on pourra dorénavant résoudre toutes les questions concernant les tempêtes, de continent à continent, leurs époques et leurs directions, le mouvement des hautes et basses pressions barométriques, les conditions de température, de pression, etc., existant autour de la terre à un moment donné, en un mot toutes les questions de climatologie et autres portant sur la prédiction des changements de temps bien avant leur époque, ou les recherches relatives aux caractères des saisons prochaines ».

Si le service des signaux n'avait d'autre devoir à remplir que celui de recueillir des matériaux pour la création de la science de la climatologie et de la météorologie internationales, on pourrait affirmer sans crainte que ce travail seul vaudrait toutes les peines et tous les frais que ce service impose au gouvernement. Mais pour atteindre ce résultat, on ne saurait trop insister auprès des navigateurs, des armateurs, des compagnies de bateaux à vapeur et de tous les officiers de marine pour qu'ils emploient tous leurs efforts et toute leur influence pour obtenir des rapports simultanés du temps de tous les navires à vapeur et à voiles en mer.

Le journal scientifique le plus sérieux de la Grande-Bretagne, *Nature*, disait récemment qu'il espérait sérieusement « que les flottes et les navires marchands de toutes les nations tomberaient bientôt d'accord pour l'exécution de ce magnifique projet d'observation inauguré par les Américains en 1873, et développé et perfectionné depuis lors par eux avec la plus grande habileté et le succès le plus remarquable. » Des sentiments analogues, en effet, ont été exprimés au Congrès météorologique international de Rome, au mois d'avril 1879.

Les lignes télégraphiques des côtes constituent une autre partie importante de l'organisation du service. Par acte du Congrès, le secrétaire du département de la Guerre a été autorisé à établir des stations de signaux dans les phares et dans les stations de sauvetage sur les

Digitized by Google

lacs et sur les côtes, et à relier ces stations de signaux avec des lignes télégraphiques à construire, placées et fonctionnant sous la direction de l'officier en chef des signaux de l'armée ; et l'établissement de ce service dans les stations de sauvetage est soumis aux règles qui lui sont imposées par l'officier en chef des signaux et par les secrétaires de la Guerre et des Finances. Grâce à cette coopération, le service des signaux est devenu un auxiliaire important, sinon indispensable, des services avec lesquels il est relié, et il prend une part très matérielle à leur labeur et à leur responsabilité, spécialement en ce qui concerne le service de sauvetage.

Les stations de signaux des côtes ont pour but d'avertir les navires en vue de l'approche de tempêtes et d'informer promptement les stations de sauvetage des désastres maritimes qui réclament leurs secours. Elles sont aussi chargées de fournir à ces stations ou aux phares voisins tous les renseignements qui peuvent faciliter leur œuvre. Reliées par le fil télégraphique ou par le câble sous-marin, comme le sont toutes les stations de signaux de la côte de Sandy-Hook N. J. à Smith ville N. C., et avec le bureau de l'officier en chef des signaux de Washington, d'où elles sont avisées de tout changement dans l'état météorologique, elles sont à même, grâce à leur situation en pleine vue de l'Océan, de transmettre directement aux navires de passage tous les avis de l'officier en chef des signaux ou de communiquer à ce dernier tous les renseignements qui peuvent intéresser le bureau de Washington.

Les rapports du temps et observations ou renseignements maritimes ainsi obtenus sont souvent de la plus grande valeur pour le bureau de Washington, dans son travail de prédiction de la force, de la direction et de la vitesse des grands ouragans des Indes occidentales qui traversent nos côtes atlantiques.

Pour en donner un exemple il suffira de rappeler que, dans l'été de 1873, lorsque le grand ouragan du mois d'août, qui assaillit si violemment et fit périr plusieurs centaines de navires, passait encore par les Bermudes, il se faisait sentir à 600 milles au delà de son centre, faisant d'un côté rentrer les baigneurs à Longbranch et de l'autre se déversant dans la baie de New-York. Le steamer *Albemarle* traversa ses eaux dans son voyage de Halifax aux Bermudes ; et quoique le temps fût clair, le navire, craignant un danger, s'arrêta quelques heures pour étudier la mer. Concluant que l'ouragan arrivait directement sur lui, le capitaine changea sa marche du sud à l'ouest et, par un léger détour, il parvint à éviter la tempête. Comme les observateurs de signaux des côtes télégraphient chaque jour, un à un, mais tous indépendamment les uns des a tres, au bureau central les mêmes

Digitized by Google

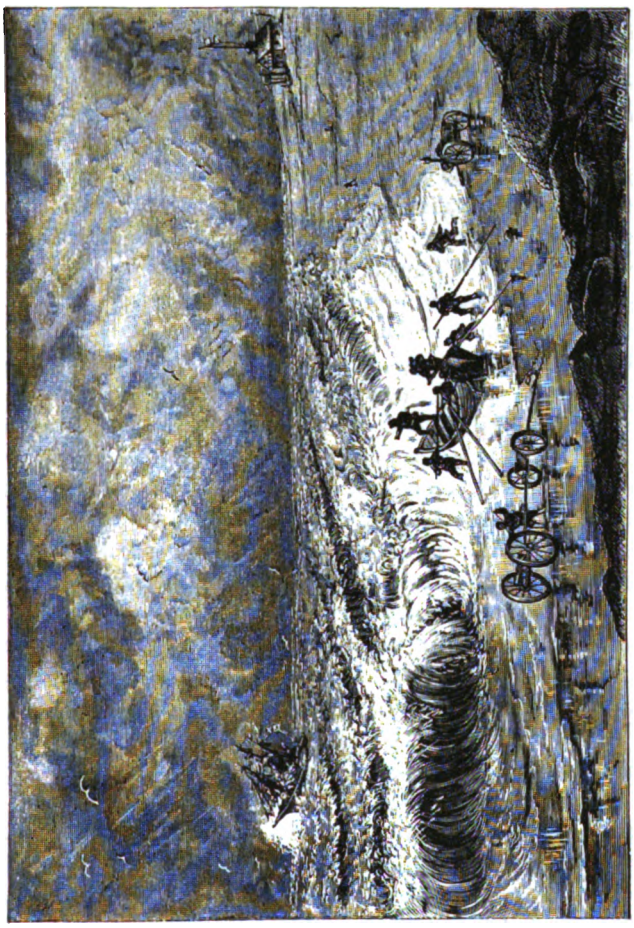
indications concernant l'Océan, telles qu'un vent de l'Atlantique, son intensité et sa direction, leurs observations concurrentes offrent souvent des preuves infaillibles de la présence, de la marche et des progrès de ces menaçants météores. Ces nouvelles sont indispensables au travail de prédiction du temps et d'avis de tempête des autorités de Washington.

Mais, indépendamment de la valeur météorologique de ce service des côtes, les avis qu'il donne incidemment aux stations de sauvetage leur ont toujours été d'une grande utilité. Le 22 mars 1877, après un violent orage sur la côte de l'Atlantique, le sergent William Stein du service des signaux, en fonction à la station du cap Henry, aperçut, avant l'aurore, un grand navire échoué sur un banc de sable à quelque distance de cette station, et il appela les sauveteurs de Norfolk à son secours. Dès la première lueur du jour, le sergent déploya les pavillons d'attention du code international dont chaque station de signaux de la côte est fournie; et ayant reçu réponse que le navire naufragé était le *Winchester* de Liverpool et qu'il réclamait deux bateaux remorqueurs, il télégraphia aussitôt à Norfolk pour demander l'envoi de steamers de sauvetage. Avant le coucher du soleil on travaillait déjà à remettre à flot le vaisseau échoué. Il fut relevé du banc de sable après quelques jours de travail. Mais, en même temps, trois autres vaisseaux avaient échoué par une seconde tempête, à une distance d'un mille. Le sergent Stein télégraphia de nouveau pour demander du secours aux sauveteurs de Norfolk. Il apprit que celui des bateaux qui était dans le plus grand péril était le *Pantzer*, navire norvégien; l'équipe du service de sauvetage réussit, un peu plus tard, à lancer une ligne de sauvetage par-dessus son pont. Les Norvégiens n'en comprenaient pas l'usage; mais après quelques efforts, l'officier de service, au moyen des signaux internationaux, fit comprendre à l'équipage qu'il devait haler sur la ligne, et à neuf heures, tout l'équipage du *Pantzer* était parvenu sain et sauf à terre.

Dans les naufrages des navires à vapeur l'*Amérique*, *Russland*, et *Huron* de la marine des États-Unis, les premiers avis furent transmis par les télégraphes du service des signaux, et grâce à eux les secours furent promptement demandés. Dans le cas du *Huron*, chassé violemment vers la côte, près de Kitty-Hawk, un membre civil du service des signaux, M. A. T. Sherwood, qui stationnait à cet endroit, reçut la première nouvelle le 23 novembre, et après avoir télégraphié à Washington, il se dirigea à la hâte sur le théâtre de cette scène terrible, parcourant 16 milles dans le sable, et apporta à sa station des rapports complets de la situation, lesquels furent télégraphiés aussitôt à l'officier en chef des signaux. Les départements de la guerre

Digitized by Google

et de la marine et le service de sauvetage furent ainsi promptement instruits de l'événement, et des navires à vapeur de la marine et des compagnies de sauvetage furent envoyés par eux vers le point fatal de la côte sur lequel le *Huron* s'était brisé.



La station du cap Henry adressant des signaux à la barque échouée *Pantzer*.

L'observateur de Kitty-Hawk, aussitôt qu'il eut reçu des ordres de l'officier en chef des signaux, ouvrit une station de sauvetage en face du vaisseau échoué, le 25, avant que le jour eût paru, et se mit en communication, par un fil télégraphique temporaire, avec sa station, et agissant de cette station improvisée en plein rivage, tandis que le

Digitized by Google

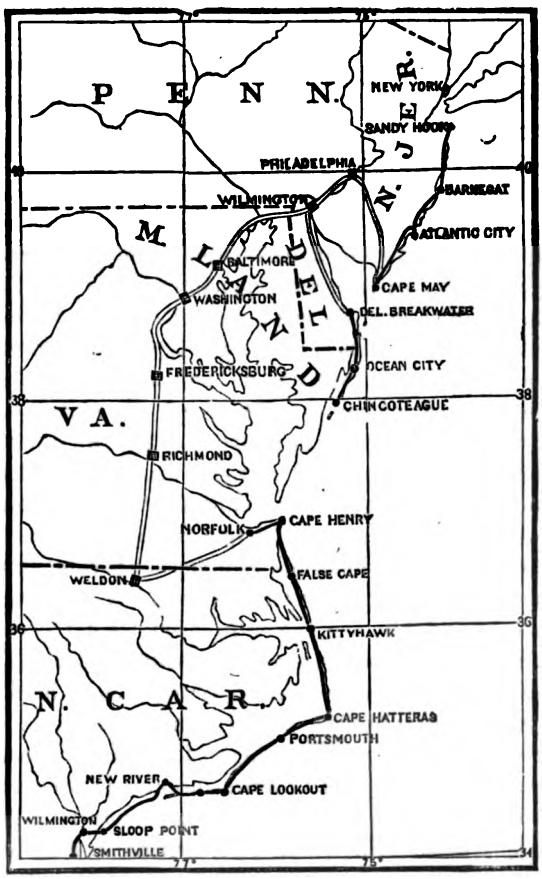
vent soufflait encore avec violence, il attira sur ce point tous les secours organisés du gouvernement.

Un service semblable fut créé dans la nuit orageuse du 31 janvier 1878 par un autre fonctionnaire civil du corps des signaux, M. William Davis, lorsque le navire à vapeur *Métropolis*, ayant à bord 248 personnes, fit un naufrage complet à 20 milles de la station de Kitty-Hawk. A 6 h. 55 du même soir, la nouvelle du désastre parvint à Kitty-Hawk et en moins de quinze minutes le fonctionnaire Davis, portant avec lui des appareils télégraphiques et de signaux, chevauchait de nuit, par la tempête, vers le lieu de cette scène. A quatre heures du matin, il avait atteint le vaisseau, monté sa station télégraphique à côté de lui, établi une communication et expédié un rapport à l'officier en chef des signaux de Washington; il mettait ainsi en action tous les moyens de secours dont le pays pouvait disposer. Les observateurs des stations de signaux de la côte, lorsque cela est possible, abordent les vaisseaux qui se sont approchés du rivage et établissent une communication avec la terre. C'est ce que fit le fonctionnaire civil Harrison, du corps des signaux, au cap Henry, lorsque la barque *Giuseppe Massonne* fit naufrage près de cette station le 10 février 1878. Sa présence empêcha l'équipage de déserter le navire, qui, avec le secours de puissants steamers de sauvetage, put être sauvé. On peut encore citer d'autres exemples d'abordage de vaisseaux, tels que ceux de la barque italienne *Francesco Billagambe* et du bateau à vapeur anglais *Antonio*, qui, tous deux, ont été abordés par les hommes du service des signaux, lesquels établirent aussitôt la communication avec la côte et parvinrent à sauver les vaisseaux. Ces cas suffiront pour montrer l'union intime qui existe entre le service des signaux de côtes et les résultats publiés par le service de sauvetage. Sans la coopération du premier, le service de sauvetage serait impuissant, dans bien des cas, à réclamer les secours nécessaires, ainsi qu'à se mettre en communication avec les vaisseaux échoués. Pour le service des signaux on ne peut employer que des hommes absolument experts.

Le service des signaux de côtes est constitué de telle sorte que ses pavillons de tempête sont visibles non seulement des vaisseaux qui se meuvent loin de la côte, mais même un vaisseau *en voyage* (tel que celui qui fait la traversée de l'Équateur à New-York), lorsqu'il passe le cap Henlopen, peut s'informer par des signaux si un ouragan est imminent. Dans l'affirmative, ou il a le temps d'atteindre Sandy-Hook avant que l'ouragan ait éclaté, ou il doit chercher un abri derrière la jetée de Delaware. De même un vaisseau, partant de New-York ou de tout autre port du nord, à destination pour le sud, peut, lorsqu'il atteint les caps des Delaware, s'informer si une tempête est

Digitized by Google

susceptible de l'atteindre avant qu'il passe le cap Hatteras et recevoir par le télégraphe, dans un délai très court, des renseignements complets du bureau principal des signaux de Washington. Au moyen de quelques perfectionnements, ce service des signaux de côtes pourrait aisément devenir d'une importance bien plus considérable encore pour tous les intérêts maritimes et commerciaux.



Lignes télégraphiques du service des signaux de la côte.

Comme l'a très bien dit l'officier en chef des signaux, le temps n'est pas éloigné où l'on considérera comme à demi barbares les côtes non couvertes de signaux de tempête, et de stations du service des signaux chargées de surveiller, comme des sentinelles avancées, les parties du littoral qui dépendent de leurs postes, et qui soient tou-

Digitized by Google

jours prêtes à réclamer des secours au moyen de fils électriques, de même que l'on considère aujourd'hui comme presque barbares les côtes non pourvues de phares. » En cas de guerre, avec une chaîne complète de stations de signaux de côtes, aucune partie de notre littoral ne pourrait être menacée sans qu'un avis immédiat en parvînt au bureau de Washington, ainsi qu'à toutes les autres stations; le gouvernement pourrait ainsi concentrer immédiatement des forces défensives sur le point menacé.

La chaîne des stations télégraphiques du littoral a actuellement une longueur de 710 milles; elle s'étend de Sandy-Hook à l'embouchure du fleuve du cap Fear.

Le système télégraphique militaire du service des signaux, établi par le service même et sous sa dépendance, couvre néanmoins une beaucoup plus grande superficie que les côtes maritimes susmentionnées. D'après les ordres du Congrès, ce service a actuellement complété, à l'intérieur et sur la frontière, un réseau très étendu de lignes télégraphiques, afin de relier les postes militaires les uns aux autres dans le but de protéger la population contre les déprédations des Indiens et de transmettre au gouvernement des rapports météorologiques, militaires et autres. Ce service est actuellement en pleine fonction sur une ligne de frontière d'une étendue de 5219 milles. Ce système de lignes télégraphiques est un des moyens les plus efficaces de protection contre les invasions des Indiens et les manifestations guerrières, puisqu'il permet aux troupes disséminées des États-Unis d'obtenir avis de ces manifestations en temps opportun, et de se concentrer promptement sur les points menacés pour repousser l'attaque.

La stratégie des Indiens, consistant à passer inaperçus entre les postes de l'armée du gouvernement, de façon que leurs plans ne puissent pas être découverts, devient très difficilement exécutable dans une région couverte de fils électriques. Les couper serait dévoiler leurs desseins; ils se trahiraient eux-mêmes en jetant l'alarme dans les postes situés des deux côtés du point de rupture.

Comme moyen de civilisation, le télégraphe de frontière rivalise avec le chemin de fer en permettant au gouvernement de couvrir de son égide protectrice le flot montant rapidement de l'émigration occidentale et en facilitant ainsi la colonisation aussi bien que le développement matériel du pays.

Ces lignes du service des signaux vivent en partie de leurs propres ressources, attendu qu'elles transmettent non seulement les télégrammes du gouvernement, mais aussi ceux de la population civile, et qu'elles dispensent de recourir à d'autres lignes pour télégraphier

Digitized by Google

les rapports météorologiques nécessaires pour le bureau du temps à Washington. Elles servent en ouvre à transmettre un grand nombre de dépêches et de correspondances officielles pour divers départements du gouvernement, lesquelles, sans cela, auraient dû être transmises à grands frais par des lignes non gouvernementales ou expédiées par des courriers.

Indépendamment des avantages et des économies que ce système de télégraphe de frontière permet de réaliser, sa valeur pour le travail scientifique du bureau du temps est encore bien plus considérable. Les lignes du Texas ont permis de fournir des rapports quotidiens du temps sur le littoral de cet État, et celles du nord-ouest procurent toute une série d'observations et de rapports que l'on ne pourrait obtenir sans cela et qui sont de la plus haute importance pour le travail de la prédiction du temps dans toute l'étendue des États-Unis. Quelque incomplètes que soient encore actuellement les données que l'on peut obtenir du nord-ouest, elles sont indispensables pour la télégraphie du temps dans la vallée du Mississipi et dans la région des lacs. Étudier ces agents météorologiques importants et recevoir en temps opportun avis de leur arrivée sur l'extrême frontière nord-ouest constitue peut être la partie la plus importante de la tâche du service des signaux en ce qui concerne les pronostics du temps. L'extension de ces stations de télégraphe et d'observations, à ce point de vue, accroîtrait considérablement son efficacité générale et donnerait un nouveau stimulant à presque toutes les investigations météorologiques de ce service.

La longueur des lignes télégraphiques du service des signaux, dans l'intérieur et sur la frontière, se subdivise actuellement de la manière suivante :

Division d'Arizona : 1245 milles avec 23 stations, dont 5 adressent des rapports du temps à Washington ;

Division du Texas : 1850 milles, avec 35 stations, dont 10 télégraphient des rapports météorologiques complets ;

Division du nord-ouest : 1863 milles, avec 44 stations ;

Enfin, division du territoire de Washington : 261 milles, avec 14 stations.

Total : 5219 milles avec 116 stations.

Pour terminer cette étude nécessairement très résumée du service national du temps, nous ne devons pas négliger de parler de ses besoins les plus pressants. Aucun autre service ne réclame, d'une manière aussi urgente, pour les intérêts qu'il est appelé à desservir journellement, une coopération intelligente et active. La Presse peut contribuer beaucoup à son développement par la reproduction systé-

Digitized by Google

matique et l'explication de ses observations et déductions, et plus particulièrement en reproduisant les données fournies par la *Revue mensuelle du temps* et par le *tableau synoptique télégraphique journalier*. Le temps et le travail sont nécessaires pour récolter les fruits des semailles; mais, comme l'a dit le président de la Société américaine de géographie, M. le grand juge Daly : « Rien, dans ce qui concerne les recherches scientifiques entreprises par le gouvernement national n'a pu être plus agréable au peuple, ni produire, dans un délai aussi court, des résultats plus importants que l'établissement du bureau du service des signaux. »

Wm. B. Hazen.

Brigadier et Major général des États-Unis,
diplômé, Officier en chef des signaux.

4560. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME Ier, DU 15 AVRIL AU 1er OCTOBRE 1881.

Académie de médecine, 205.
Académie des sciences, 38, 94, 152, 200, 251, 289, 342, 384, 423, 482, 539, 601.
Académie des sciences de Bruxelles. Appareil enregistreur des signaux du galvanomètre à miroir, 391.
Accumulateurs électriques (Les). *E. Hospitalier*, 229.
Accumulateur Faure. *E. Hospitalier*, 270. (Voy. Piles secondaires.)
Ader-Clément. Les auditions téléphoniques théâtrales. *E. Hospitalier*, 572.
Aérostat dirigeable électrique de M. Gaston Tissandier. *E. Hospitalier*, 409.
Allumage (Lance électrique), 483.
Allumoirs électriques. *Gaston Tissandier*, 31.
Arc voltaïque (Sur la force électro-motrice inverse de l'), 297.
Association britanique pour l'avancement des sciences. *C. M. Gariel*, 518.
Association française pour l'avancement des sciences, 153.
Avenarius (Les polarisateurs du prof.), 139.
Avertisseurs d'incendie. *G. Tissandier*, 128.
Ayrton (W.-E.) et John Perry (Galvanomètre portatif absolu de MM.), 188.
Baclé (L.). Analogies entre les phénomènes hydrauliques et électriques, 92. — L'électricité dans la meunerie, 316.
Baille (J.-B.). Sur les unités absolues et les masses électriques, 222.
Bains galvaniques. *C.-M. Gariel*, 403.
Balance dynamométrique de M. N.-J. Reffard, 536.
Bateau électrique de M. G. Trouvé, 243.
Bell (Graham). Sur une modification du microphone de Wheatstone et son application aux recherches radiophoniques, 181.
Berly (J.-A.). Éclairage électrique par incandescence. Système Maxim, 263. — Essai d'éclairage électrique à la chambre des communes, 301. — Timbre enregistreur automatique, 411. — L'électricité en Angleterre, 521. — Correspondance anglaise, 347, 580.
Blavier E.-E. (Des grandeurs électriques et de leur mesures en unités absolues. Par M.), 392.
Brevets d'invention (Liste des), 48.
Brush (La lampe), 337.
— (Système d'éclairage électrique), 245.
Bureaux centraux (Systèmes divers de) pour les services téléphoniques. *A. Niaudet*, 13.
Carnot (Essai d'application du principe de) aux actions électro-chimiques, *C. Chaperon*, 113.
— (La loi de Joule et le théorème de). Note de M. S. Stepanoff, 277.
Cazin, A. Traité théorique et pratique des piles électriques, 432.
Chaperon (C.). Essai d'application du principe de Carnot aux actions électro-chimiques, 113.
Chemins de fer électriques à Berlin et à Paris, 237.
Chronométrique (Compteur électro-) de M. Thomas de Bruxelles, 532.
Chymomètre télégraphique de M. le Dr Kronecker de Berlin, 27.
Compteur totalisateur électrique de M. Dumoulin. Froment, 146.
Congrès des électriciens. *Hospitalier*, 311.
Congrès international des Électriciens, 348. 590, 49, 491.
Correspondance anglaise. *J.-A. Berly*, 347, 580.
Cyon (E. de). L'Électrobiologie, 27.
Dumoulin-Froment (Compteur totalisateur électrique, 146.

Digitized by Google

Dynamo-électriques (Du rendement de deux machines conjuguées. *A. Niaudet*, 362. — (La machine) par M. Werner-Siemens, 191. — (Machine) pour le raffinage des métaux, construite par MM. Siemens et Halske (de Berlin), 150. — (Moteur à vapeur vertical pour machines), 414. — (Nouvelle machine à courants continus) par M. de Hefner-Alteneck, 278.
Dynamomètre optique de M. Latchinoff, 36.
Éclairage électrique à la chambre des communes (Essai). *J.-A. Berly*, 301.
— à Londres, 441.
— à Londres. *E. Hospitalier*, 172.
— au palais de l'Industrie. *E. Hospitalier*, 513.
— (Concours de Glascow), 34.
— des quais de la Tamise, 299.
— des quais de Rouen, 330.
— (Les essais à bord de l'Inflexible). *J.-A. Berly*, 297.
— par incandescence. Système Maxim. *J.-A. Berly*, 263.
— Système Brush, 245.
— Système Weston, 376. (Voy. lampes et régulateurs).
Électricité (L') chez soi. Allumoirs électriques. *Gaston Tissandier*, 51.
— dans la meunerie. *L. Baclé*, 316.
— dans les théâtres et l'ordonnance de police du 16 mai 1881, 332.
— en Angleterre (L'). *J.-A. Berly*, 521
— Labourage (L'). par *A. Niaudet*, 168.
— L'heure à domicile (par l'). *E. Hospitalier*, 123.
— sans appareils, 136.
Électrique (Absorption) des cristaux, 278.
Électriques (Analogies entre les phénomènes hydrauliques et) *L. Baclé*, 92.
Électriques (Des grandeurs et de leur mesure en unités absolues). Par M.E.-E. Blavier, 392.
Électrique (L'éclairage), à l'Exposition internationale d'électricité). *E. Hospitalier*, 454.
Électrobiologie (L'). *E. de Cyon*, 27.
Électro-chimiques (Essai d'application du principe de Carnot aux actions). *C. Chaperon*, 113.
Électro-dynamique (Sur une balance). Par M. H. Helmholtz, 374.
Électro-dynamomètre de MM. Trowbridge et Hill, 184.
Énergie radiante (La production du son par l'), 181.
Enregistreur automatique (Timbre). *J.-A. Berly*, 411.
Exposition d'électricité, 46, 49. 103.
— Documents officiels, 49, 104.
Exposition d'électricité. *Gaston Tissandier*, 359.
Exposition internationale d'électricité (L'éclairage électrique). *E. Hospitalier*, 454.
Exposition d'électricité. Le guide du visiteur, 416.
— Le musée rétrospectif. *Gaston Tissandier*, 449.
— (L'ouverture de l'), 402.
Faits divers, 47, 109, 157. 206. 254, 303, 350, 398, 445, 494, 541. 605.
Faure (Accumulateur), *E. Hospitalier*, 270.
Faure (Pile secondaire). *A. Niaudet*, 74.
Fils isolés (Fabrication économique), 396.
Fontaine (H.). Régulateur électrique de M. Gramme, 132. — Nouvelles machines Gramme, 213.
Force à grande distance (Transport de la). *Émile Lacoine*, 570.
Force (Transport de la) à grande distance. *Niaudet*, 314.
Formule des piles (Discussion graphique de la). *C.-M. Gariel*, 20, 78.
Galvanomètre portatif absolu de MM. W.-E. Ayrton et John Perry, 188.
Galvanoplastie, de nickel, 477.
Gariel (C.-M.). Discussion graphique de la formule des piles, 20, 78. — Nouvelles recherches de M. Hughes sur les actions magnétiques, 257, 305, 353. — Les bains galvaniques, 403. — Le météorographe universel de MM. Van Rysselberghe et Schubart, 497. — Association britannique pour l'avancement des sciences, 518.
Générateurs d'électricité. Dépense. Produit. Rendement. *A. Gravier*, 437.
Gérard (Anatole). Régulateur électrique, 530. — Veilleur automatique, 474.
Gramme (Nouvelle machine). *H. Fontaine*, 213.
Gramme (Régulateur électrique de M.). *H. Fontaine*, 132.

Digitized by Google

Gravier, A. (Générateurs d'électricité). Dépense. — Produit. — Rendement, 437.
Griscom W.-W. (Le moteur électrique de M.), 580.
Hefner-Alteneck (de). Nouvelle machine à courants continus, 278.
Helmholtz (H.) prof. de physique à l'Université de Berlin. Sur une balance électro-dynamique, 374.
Heure (L') à domicile par l'électricité. *E. Hospitalier*, 123.
Hospitalier (E.). La division de la lumière électrique, 83. — L'heure à domicile par l'électricité, 123. — L'éclairage électrique à Londres, 172. — Les accumulateurs électriques, 229. — L'accumulateur Faure, 270. — Congrès des électriciens, 311. — L'aérostat dirigeable électrique de M. Gaston Tissandier, 409. — L'éclairage électrique à l'Exposition internationale d'électricité, 454. — L'éclairage électrique au palais de l'Industrie, 513. — Les auditions théâtrales téléphoniques. Système Ader, 572.
Kronecker (M. le Dr) de Berlin. Chymomètre télégraphique, 87.
Hughes (Nouvelles recherches sur les actions magnétiques, 257, 305, 353.
Incendie (voy. avertisseurs).
Jablochkoff (La bougie) à Londres, 296.
Jaspar (La lampe), 585.
Joule (La loi de) et le théorème de Carnot. Note de *M. S. Stepanoff*, 277.
Jourdan (La pile électrique de M.), 584.
Labourage par l'électricité. *A. Niaudet*, 168.
Lacoine *Emile*. Transport de la force à grande distance, 570.
La lumière électrique dans la Métropole de Londres. *A. Berly*, 347.
Lampe Brush (La), 337.
Lampes de mines (Fermeture de sûreté pour), 421.
Lampe Jaspar (La), 585. (Voy. Régulateurs et éclairage).
Langley (S.-P.). La balance thermique du prof., 142.
Latchinoff (dynamomètre optique de M.), 36.
Lecteur (Au). Le Comité de rédaction, 1.
Lumière électrique (La division de la), *E. Hospitalier*, 83.
Machines électriques à courants continus, 434.
Magnétique (Épuration de la pâte à porcelaine) *A. Niaudet*, 568.
Magnétiques (Nouvelles recherches de M. Hughes sur les actions), *C. M. Gariel*, 257, 305, 353.
Magnétisme (Effet d'un grand abaissement de température sur le), par M. John Trowbridge, 276. — (Dépense d'énergie pour la production du) *A. Niaudet*, 120.
Maxim (Éclairage électrique par incandescence), *J.-A. Berly*, 263.
Meeting international des électriciens, 489.
Mercadier (E), Sur la radiophonie produite à l'aide du sélénium, 3, 65, 209. — Sur la radiophonie. Reproduction thermophonique du chant et de la parole, 162
Mesure pratique des grandeurs électriques (Sur la), par *W. H. Preece*, 545.
Mesures électriques (Les), par M. T. Rothen, 485.
Mesures françaises et étrangères, 443.
Métallothérapie (Rôle de l'électricité dans la) *D. P. Ranque*, 364.
Métaux (Coefficients rotatoires électriques des), 588.
Météorographe universel (Le), de MM. Van Rysselberghe et Schubart, 497, *C. M. Gariel*.
Moteur à vapeur vertical pour machines dynamo-électriques, 414.
Moteur électrique (Le), de M. W. W. Griscom, 580.
Musée rétrospectif, *Gaston Tissandier*, 565.
Niaudet (A). Systèmes divers de bureaux centraux pour les services téléphoniques, 13. — Pile secondaire de M. Faure, 74. — Dépense d'énergie pour la production du magnétisme, 120. — Labourage par l'électricité, 168. — Transport de la force à grande distance, 314. — Du rendement d'un système de deux machines dynamo-électriques conjuguées, 362. — Épuration magnétique de la pâte à porcelaine, 568.
Nickel (La galvanoplastie de), 477.
Pile électrique de M. Jourdan, 584.
Pile-étalon (La) du Post-Office de Londres, 156.

Digitized by Google

OIL
Cur

Pile secondaire de M. Faure, A. Niaudet, 74. Piles (Discussions graphiques de la formule des) *C.-M. Gariel*, 20, 78. Piles électriques (Traité théorique et pratique des), par A. Cazin, 432.
Polarisateurs du prof. Avenarius, 139.
Preece, W. H. Sur la mesure pratique des grandeurs électriques, 545.
Radiophonie produite à l'aide du sélénium, *E. Mercadier*, 3, 65, 209. — Reproduction thermophonique du chant et de la parole, *E. Mercadier*, 162.
Radiophoniques (Sur une modification du microphone de Wheatstone, et son application aux recherches), par M. Graham-Bell, 328.
Raffard N.-J. (Balance dynamométrique de), 536.
Rédaction (La), Notre titre, 131. — (Le comité de), Au lecteur, 1.
Régulateur de M. Gérard, 530. — De M. Gramme, *H. Fontaine*, 132.
Résistances (Mesures des petites), 143.
Rothen (T.) Les mesures électriques, 483.
Rysselberghe (Van) et Schubart, Le météorographe universel, *C.-M. Gariel*, 497.
Sabourain (Alibey), Vocabulaire raisonné de magnétisme et d'électricité, 487.
Sélénium (Sur la radiophonie produite à l'aide du), *E. Mercadier*, 3, 65, 209.
Siemens et Halske (de Berlin), Machine dynamo-électrique pour le raffinage des métaux, 150.
Siemens (Werner), La machine dynamo-électrique par M.), 191.
Signaux dans l'armée des États-Unis (service des), 609.
Siphon-Recorder de sir W. Thomson, *A.-L. Ternant*, 319, 366, 460.
Société d'encouragement, 295, 346.
Société des ingénieurs civils, 102.
Société française de physique, 45, 100, 154, 294, 387.
Société physico-chimique russe, 604.
Son (La production du), par l'énergie radiante, 181.
Stepanoff (S.), La loi de Joule et le théorème de Carnot, 277.
Télégraphie en France (La), 471.
Télégraphique (Chymomètre) de M. le docteur Kronecker de Berlin, 87.
Téléphoniques (Les auditions théâtrales. Système Ader), *E. Hospitalier*, 572. — (Systèmes divers de bureaux centraux pour les services), *A. Niaudet*, 13.
Ternant A.-L., Le Siphon-Recorder de Sir W. Thomson, 319, 366, 460.
Thermique (La balance), du professeur S.-P. Langley, 149.
Thomas (de Bruxelles), Compteur électro-chronométrique, 532.
Thomson (Sir W.), Le Siphon-Recorder, par A. L. Ternant, 319, 366, 460.
Tissandier (Gaston), Aérostat dirigeable électrique, *E. Hospitalier*, 409.
Tissandier (Gaston), L'électricité chez soi. Allumoirs électriques, 31. — Avertisseurs d'incendie, 128. — L'Exposition d'électricité, 359. — L'Exposition d'électricité, le Musée rétrospectif, 449, 565.
Titre (Notre), La Rédaction, 131.
Trouvé (M.-G.), Bateau électrique de, 243.
Trowbridge et Hill (Électro-dynamomètre de MM.), 184.
Trowbridge, M. John (Effet d'un grand abaissement de température sur le magnétisme), 276.
Unités absolues (Des grandeurs électriques et de leurs mesures, par *E. Blavier*, 392. — (Sur les) et les masses électriques, *J. B. Baille*, 222.
Unités d'intensité, 382. (Voy. *Mesures*.)
Veilleur automatique de M. A. Gérard, 474.
Vocabulaire raisonné de magnétisme et d'électricité par M. Sabourain, 487.
Weston (Éclairage électrique), 376.

4560. — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google